

การผลิตกลิ่นควันไม้แบบผงโดยใช้วิธีห่อแคปซูล

PRODUCTION OF TIEN OF SMOKE FLAVOR POWDER
BY ENCAPSULATION METHOD



วิทยานิพนธ์นี้เขียนขึ้นเพื่อสนองความต้องการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ศาสตราจารย์ ดร. อดิสรณ์ งามเลิศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL-2011-AI-M-058-110

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตกลิ่นควันเทียนอบผงโดยใช้วิธีเอนแคปซูเลชัน

**PRODUCTION OF TIEN OP SMOKE FLAVOR POWDER
BY ENCAPSULATION METHOD**



116792

วีระพงศ์ วิรุพหฺรณกฤษณ์

WEERAPONG WIRUNTHANAKRIT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน... 116792
วัน,เดือน,ปี... 15 ส.ย. 2554

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของหอสมุดกลางฯ ไม่ควรนำออกนอกห้องสมุดฯ ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา พ.ศ. 2554

จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2011-AI-M-053-110

**PRODUCTION OF TIEN OP SMOKE FLAVOR POWDER
BY ENCAPSULATION METHOD**



**A THESIS SUMMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE**

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2011

KMITL-2011-AI-M-053-110



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ต้องแจ้งหน้าเป็นข้อแ่ลมาขอหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง โดยวิธีเอนแคปซูเลชัน
นักศึกษา	วีระพงศ์ วิรุฬห์รัตนกฤษณ์
รหัสประจำตัว	49068514
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

การผลิตกลิ่นควันเทียนอบให้อยู่ในรูปผงนั้น ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่อุณหภูมิอากาศขาเข้าของเครื่องทำแห้ง และความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน เมื่อใช้อุณหภูมิขาเข้าของอากาศร้อนที่ 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสเหมาะสมที่สุด เนื่องจากปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่ต่างจากเมื่อใช้อุณหภูมิ 170 และ 180 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีการสูญเสียปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญคือ เฮกซาแนล เฮปทาแนล ออกทาแนล โนนาแนล และเดคาแนล น้อยกว่า พบว่าความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ทำแห้ง เมื่อทดลองใช้ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 25 30 35 และ 40% พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 35% เนื่องจากได้ปริมาณผลผลิตควันเทียนอบผงสูงที่สุดไม่ต่างจากการใช้ที่ 40% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 35% และใช้อุณหภูมิขาเข้าของอากาศร้อน 160 องศาเซลเซียส โดยใช้มอลโทเดกซ์ทริน ที่มีค่า DE 5 10 และ 15 พบว่า มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 5 จะให้ปริมาณผลผลิตควันเทียนอบผงที่แตกต่างจากเมื่อใช้ค่า DE 10 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อศึกษาปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญ พบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE 15 จะช่วยเก็บรักษาสารให้กลิ่นที่สำคัญได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อศึกษาการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 75 66 50 33 และ 25% พบว่า การทดแทนในปริมาณ 50% เหมาะสมในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง

..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Production of <i>Tien Op</i> Smoke Flavor Powder by Encapsulation Method
Student	Mr. Weerapong Wirunthanakrit
Student ID.	49068514
Degree	Master of Science
Program	Food Science
Year	2011
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kittiphong Huangrak

ABTRACT

In production of *Tien Op* smoke flavor powder, two major factors i.e. inlet temperature and maltodextrin concentration were studied. Hot air inlet temperature at 140, 150, 160, 170 and 180 °C were used. It was found that inlet temperature at 160 °C was the optimum since the percentage yield was not significantly different from using the temperature at 170 and 180 °C but loss of main active flavor compounds, i.e., hexanal, heptanal, octanal, nonanal and decanal, was lower. For drying time, the result showed that it was not depended on air inlet temperature but depended on maltodextrin concentration. When using the concentration at 25, 30, 35 and 40% (w/w), the optimum concentration was 35% due to the percentage yield was not significantly different from using the concentration at 40%. To produce of *Tien Op* smoke flavor powder by varies dextrose equivalent (DE) of maltodextrin rang from 5 10 and 15 with optimum inlet temperature at 160°C and concentration at 35%. The results showed that the maltodextrin DE 5 gave significant higher in the percentage yield compared to the maltodextrin DE 10 and 15. However, maltodextrin DE 15 could keep substitution the active flavor compounds than those with DE 5 and 10. After maltodextrin with gum arabic at 75 66 50 33 and 25% (w/w), it was found that 50% substitution with gum arabic was an optimum level to produce *Tien Op* smoke flavor powder.

..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการดูแล เอาใจใส่ คอยให้คำแนะนำ และคำปรึกษาของ รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรัักษ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่มอบความรู้ และให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ผศ.ดร.พอใจ ถามากร และดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการในการสอบ ตลอดจนตรวจเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นางสาวพัชรา โกสิยานันท์ และคุณทนาวุฒิ ปริญญาพัฒนบุตร เป็นอย่างสูง สำหรับการให้คำแนะนำและช่วยเหลือในทุก ๆ อย่าง

ขอขอบคุณ พ่อ แม่ พี่ ๆ น้องๆ ที่เป็นกำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณนางสาวศรินทิพย์ จิตนาวารักษ์ สำหรับกำลังใจ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ และนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตลอดจนความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือของคณะบุคคลที่ได้กล่าวมานี้เป็นอย่างสูง

วีระพงษ์ วิรุฬห์ชนกฤษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์.....	2
2.1 เทียนอบ.....	2
2.1.1 คุณลักษณะของเทียนอบ.....	2
2.1.2 ชนิดของเทียนอบ.....	2
2.2 การเอนแคปซูเลชัน.....	3
2.2.1 ชนิดของ ไมโครแคปซูลที่ผลิตโดยใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชัน.....	4
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของสารให้กลิ่นรสที่ผ่านการเอนแคปซูเลชัน.....	5
2.3 ชนิดของสารเคลือบที่ใช้ในกระบวนการเอนแคปซูเลชัน.....	5
2.3.1 สตาร์ช.....	6
2.3.2 มอลโทเดกซ์ทริน.....	6
2.3.3 กัมอะราบิก.....	6
2.4 การทำแห้งแบบพ่นฝอย.....	8
2.4.1 ข้อดีของการเอนแคปซูเลชัน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	9
2.4.2 ข้อด้อยของการเอนแคปซูเลชัน โดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	9
2.4.3 การกักเก็บสารให้กลิ่นรสระหว่างกระบวนการเอนแคปซูเลชัน โดยใช้เทคนิคการ ทำแห้ง.....	10
2.4.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างของ ไมโครแคปซูลที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่น ฝอย.....	10

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย	10
2.6 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี.....	11
2.6.1 เทคนิคการวิเคราะห์.....	11
2.6.2 ข้อมูลเชิงวิเคราะห์.....	12
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	16
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	16
3.1.1 วัสดุคืบ.....	16
3.1.2 เครื่องมือ.....	16
3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	16
3.1.4 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมวัสดุคืบ.....	16
3.1.5 สารเคมีที่ใช้ในการสกัด.....	17
3.1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์.....	17
3.2 วิธีการดำเนินงานทดลอง.....	17
3.2.1 การเตรียมเทียนอบและสารละลายของควันเทียน.....	17
3.2.2 การเตรียมตัวอย่างกลิ่นควันเทียนอบผง.....	17
3.2.3 ศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิเข้าที่เหมาะสมของ เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง.....	17
3.2.4 ศึกษาค่า DE ที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตควันเทียนอบผง.....	19
3.2.5 ศึกษาปริมาณของกัมอาราบิกที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตกลิ่น ควันเทียนอบผง.....	20
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	21
4.1 ผลความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินและอุณหภูมิเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่น ฝอยที่เหมาะสมในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง.....	21
4.2 ผลค่า DE ที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตควันเทียนอบผง.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้าที่
4.3 ศึกษาปริมาณของกัมมอาราบิกที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตกลิ่นควันเทียน อบผง.....	26
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	29
บรรณานุกรม.....	30
ภาคผนวก.....	32
ภาคผนวก ก.....	33
ภาคผนวก ข.....	37
ภาคผนวก ค.....	38
ภาคผนวก ง.....	48
ประวัติผู้เขียน.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย.....	18
4.1	ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินผง เมื่อใช้ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 25 30 35 และ 40% และใช้อุณหภูมิขาเข้า 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส	21
4.2	ค่าความน่าจะเป็น (p-value) ของปริมาณผลผลิตมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง.....	21
4.3	ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ความเข้มข้น 25 30 35 และ 40%.....	22
4.4	ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง เมื่อใช้อุณหภูมิขาเข้า 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส.....	23
4.5	ปริมาณผลผลิตของกลี้นควั่นเทียนอบผงหลังการทำแห้ง เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE 5 10 และ 15.....	24
4.6	ปริมาณสารให้กลี้นในกลี้นควั่นเทียนอบผง โดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับสารละลายของควั่นเทียน เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 และ 15.....	25
4.7	ปริมาณผลผลิตของของกลี้นควั่นเทียนอบผงหลังการทำแห้ง เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินทดแทน กัมอะราบิก 25 33 50 66 และ 75%.....	26
4.8	ปริมาณสารให้กลี้นที่สำคัญในกลี้นควั่นเทียนอบผง เมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน 25 33 50 66 และ 75%.....	27
ค1	ปริมาณเฮกษาแนลในตัวอย่างควั่นเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 15.....	40
ค2	ปริมาณเฮพทาแนลในตัวอย่างควั่นเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 15.....	40
ค3	ปริมาณโนนาแนลในตัวอย่างควั่นเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 15.....	41
ค4	ปริมาณออกทานแนลในตัวอย่างควั่นเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 15.....	41
ค5	ปริมาณเดคาแนลในตัวอย่างควั่นเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 15.....	42

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค6	ปริมาณเสกชาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%.....	43
ค7	ปริมาณออกคทาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%.....	44
ค8	ปริมาณเซพทาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%.....	45
ค9	ปริมาณโนนาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%.....	46
ค10	ปริมาณเดคาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	โครงสร้างของไมโครแคปซูล..... 3
2.2	ไมโครแคปซูลแบบแกนเดี่ยว..... 4
2.3	ไมโครแคปซูลแบบหลายแกนหรือ เมทริกซ์ เอนแคปซูเลชัน..... 4
2.4	ไมโครแคปซูลแบบเมทริกซ์ เอนแคปซูเลชันที่มีการเคลือบผิว 2 ชั้น..... 5
2.5	โครงสร้างกัมอะราบิก..... 7
2.6	การทำแห้งหยดของเหลวพ่นฝอยในลมร้อน และการเกิดชั้นฟิล์มแห้งบนผิวของหยดของเหลว..... 9
2.7	การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยการเปรียบเทียบค่า Retention Timeของสารตัวอย่างกับสารองค์ประกอบมาตรฐาน..... 12
ข1	เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย BUCHIMini Spray dry B191..... 37
ค1	ขั้นตอนการผลิตเทียนอบ..... 38
ค2	ขั้นตอนการผลิตสารละลายของควินเทียน..... 39
ง1	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้มอลโทเดกซ์ทรินDE 5..... 49
ง2	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้มอลโทเดกซ์ทรินDE 10..... 50
ง3	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้มอลโทเดกซ์ทรินDE 15..... 51
ง4	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 75%..... 52
ง5	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 66%..... 53

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
ง6	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซาเนล เฮปทาเนล ออกทาเนล โนนาเนลและ เดคาเนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 50%.....	54
ง7	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซาเนล เฮปทาเนล ออกทาเนล โนนาเนลและ เดคาเนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 33%.....	55
ง8	โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซาเนล เฮปทาเนล ออกทาเนล โนนาเนลและ เดคาเนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25%.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของงานวิจัย

การทำขนมไทยนั้นสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ กลิ่นหอม ดังนั้นขนมไทยจะอร่อยหรือไม่จึงขึ้นกับกลิ่นด้วย การปรุงแต่งกลิ่นของขนมไทยมีอยู่หลายทาง เช่น การใช้กลิ่นจากธรรมชาติส่วนต่าง ๆ ของพืชตามธรรมชาติ หรือการใช้กลิ่นสังเคราะห์ เช่น กลิ่นมะลิ กลิ่นนมแมว เป็นต้น การอบขนมไทยด้วยควันเทียนก็เป็นอีกทางหนึ่งที่จะช่วยให้ขนมไทยมีกลิ่นหอม

เทียนอบเป็นเครื่องหอมไทยที่มีมาแต่โบราณและสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน ทำขึ้นเพื่อใช้อบขนมบุหงา น้ำอบ และเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ต้องการให้มีกลิ่นหอม เทียนอบประกอบด้วยเครื่องหอมหลายชนิดมารวมกับขี้ผึ้ง เวลาใช้จะจุดไฟให้ลุกทั้งสองด้าน วางในภาชนะ เช่น ถ้วย แล้วนำไปใส่ภาชนะที่มีของที่ต้องการอบ ปิดฝา ไฟจะดับและมีควันอบลอยอยู่ในภาชนะ จะเปิดก็ต่อเมื่อวันหมด โดยใช้เวลาประมาณ 6-12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการอบด้วยระยะเวลาอันยาวนาน อายุการเก็บของขนมไทยจึงเสียไปกับการอบควันเทียนนี้ ทำให้ขนมไทยมีอายุการเก็บรักษาลดลง อีกทั้งขนมที่อบด้วยควันเทียนนั้นยังอาจมีเขม่าติดอยู่ที่ผิวหน้า ในกรณีที่มีการวางผลิตภัณฑ์ซ้อนกันระหว่างการอบด้วยควันเทียน ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจมีคุณภาพในด้านความหอมที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านบนจะได้รับกลิ่นเทียนอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง ประกอบกับในปัจจุบันมีการผลิตแป้งขนมไทยในรูปแบบผงขึ้น แต่แป้งสำเร็จรูปที่ผลิตได้นี้ยังขาดกลิ่นเทียนอบซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของขนมไทย ดังนั้นการทำกลิ่นควันเทียนอบเพื่อประยุกต์ให้อยู่ในรูปแบบของเหลวหรือรูปแบบผงที่สามารถเติมลงไปนขนมไทยได้เลยเพื่อไม่ต้องเสียเวลาในการอบขนม และยังสามารถใช้ร่วมกับแป้งขนมไทยได้ จึงเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการทำขนมไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินและอนุหภูมิษาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่เหมาะสมในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง
2. ศึกษาค่า DE ที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง
3. ศึกษาการใช้กัมอะราบิคร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทียนอบ

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.988/2548 เทียนอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำไขผึ้ง และพาราฟินมาผ่านความร้อนให้หลอมละลายรวมกัน ผสมด้วยเครื่องหอมบดละเอียด เช่น พิมเสน ผิวมะกรูด ชะลูด แก่นจันทน์เทศ กายาน นำมาวนวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน อาจเติมน้ำมันหอมระเหย แล้วแผ่เนื้อเทียนให้เป็นแผ่น นำไส้เทียนที่ผ่านการร่ำ (อบ) วางไว้ตรงกลาง ทำการพันเทียน คลึงเนื้อเทียนคลุมไส้เทียน ให้เรียบเนียนเสมอกัน โดยเหลือไส้เทียนไว้ทั้งสองด้าน ตัดแต่งปลายไส้เทียนแล้วขจัดขึ้นรูปให้สวยงาม ใช้จุดเพื่อให้ควันสำหรับอบให้เกิดกลิ่นหอม เช่น อบขนมอบ น้ำอบ อบบุหงาข้าวรวย

2.1.1 คุณลักษณะของเทียนอบ

คุณลักษณะของเทียนอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.988/2548 มีดังนี้
ลักษณะทั่วไป ต้องมีรูปแบบรูปทรงที่เหมาะสม ไม่แตก หัก หรือมีฟองอากาศ ปราศจากตำหนิที่ไม่พึงประสงค์ ไส้เทียนต้องมีขนาดและความยาวที่เหมาะสมกับชิ้นงาน

สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเทียนอบ

กลิ่น ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของเทียนอบ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์

การติดแน่นของไส้เทียน ต้องไม่หลุดหรือแยกออกจากเนื้อเทียน

การใช้งาน เมื่อจุด ไส้เทียนต้องติดไฟตลอดจนกระทั่งเนื้อเทียนหลอมละลายแปรสภาพไปจากรูปทรงเดิม อาจมีควันดำได้เล็กน้อย และมีกลิ่นหอมของเครื่องหอม

2.1.2 ชนิดของเทียนอบ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.988/2548)

โดยทั่วไปเทียนอบมี 2 ชนิด คือ

1) ชนิดที่ใช้เครื่องหอมหลายชนิดมาผสมกันแล้วปั้นเป็นแท่ง

เทียนอบชนิดนี้จะจุดที่ไส้ให้ไฟลุกทั้ง 2 ด้าน วางในภาชนะ เช่น ถ้วย แล้วนำไปใส่ภาชนะที่มีขนมที่ต้องการอบแล้วปิดฝา ไฟจะดับและมีควันอบอวลอยู่ในภาชนะ จะเปิดก็ต่อเมื่อวันหมด

2) ชนิดที่ใช้ขี้ผึ้งแท้เป็นแท่งใหญ่ ๆ นำมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วอบ

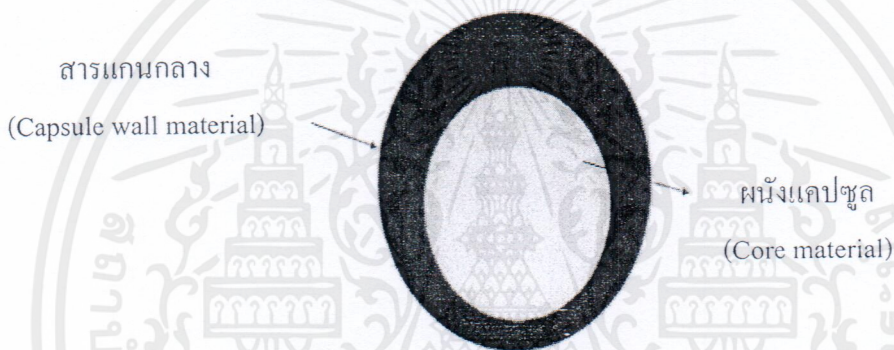
เทียนอบชนิดนี้จะใช้ถ่านแดงก้อนเล็ก ๆ วางในกะลา ฝานขี้ผึ้งวางบนถ่าน นำไปใส่ภาชนะที่มีขนมอยู่แล้ว การอบชนิดนี้ส่วนใหญ่จะให้เทียนอบอยู่ด้านล่างของภาชนะ เพื่อให้ควันขึ้นด้านบน ส่วนใหญ่จะอบในลังถึง เทียนอบชนิดนี้จะมิกกลิ่นหอมอ่อน ๆ ตามธรรมชาติ (จริยา เดชกุญชร, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเอนแคปซูลชัน

การผลิตกลิ่นผงในอุตสาหกรรมนั้น แต่ละโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้เทคนิคหรือวิธีการผลิตที่แตกต่างกันไป วิธีการเอนแคปซูลชัน (encapsulation) เป็นวิธีที่โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เลือกใช้มากที่สุด

การเอนแคปซูลชันเป็นกระบวนการใช้วัตถุที่มีความบริสุทธิ์มาล้อมรอบ ห่อหุ้ม หรือยึดจับสารองค์ประกอบที่ต้องการเก็บรักษาไว้ วัตถุที่ถูกห่อหุ้มหรือยึดจับโดยปกติมักเป็นของเหลว แต่สามารถเป็นของแข็งหรือก๊าซได้ เรียกส่วนที่ถูกห่อหุ้มว่า สารแกนกลาง (core material), บรรจุ (fill), ส่วนใน (internal phase) ส่วนวัตถุที่นำมาเป็นตัวห่อหุ้ม เรียกว่า ผนังแคปซูล (capsule wall material), เยื่อหุ้ม (membrane), ตัวพา (carrier) หรือ เปลือก (shell) ดังรูปที่ 2.1 แคปซูลสามารถทำได้จาก น้ำตาล กัม โปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์ตัดแปลง พอลิแซ็กคาไรด์จากธรรมชาติ ไขมัน และพอลิเมอร์สังเคราะห์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของไมโครแคปซูล

ที่มา :Furuta และคณะ (1983)

ปัจจุบันกลิ่นถือเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาอาหารซึ่งมีผลกระทบต่อรสชาติเนื่องจากในกระบวนการผลิตจะมีการสูญเสียกลิ่นเกิดขึ้น การเก็บกลิ่นภายในแคปซูลนี้ทำให้กลิ่นสามารถทนต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกได้และยังเป็นการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติแปลกใหม่อีกด้วย จุดประสงค์ในการทำกลิ่นผง (encapsulating flavors) มี 3 ข้อ คือ

- 1) เปลี่ยนกลิ่นที่อยู่ในรูปของเหลวให้อยู่ในรูปผงแห้งที่ไหลอิสระ (free-flowing powders)
- 2) เนื่องจากสารองค์ประกอบกลิ่นรสไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียกลิ่นหรือทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติได้ การเก็บกลิ่นภายในแคปซูลทำให้กลิ่นสามารถทนต่อปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยลง

3) ช่วยควบคุมอัตราการปลดปล่อยของกลิ่นสารออกจากแคปซูล

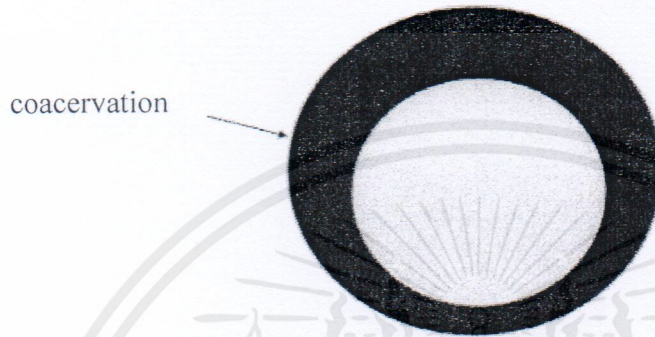
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ การนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ชนิดของไมโครแคปซูลที่ผลิตโดยใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชัน

2.2.1.1 แกนเดี่ยว (single core)

เป็นรูปแบบของไมโครแคปซูลที่ได้จากการเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคการแยกตัวภาค (coacervation) (รูปที่ 2.3)

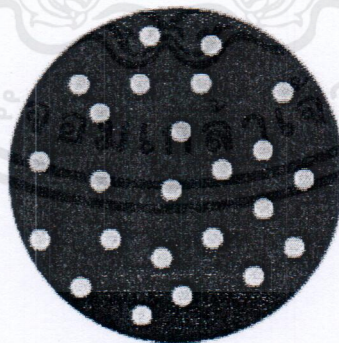


รูปที่ 2.2 ไมโครแคปซูลแบบแกนเดี่ยว (single core)

ที่มา :Furuta และคณะ (1983)

2.2.1.2 หลายแกน (multi-core) หรือ เมทริกซ์ เอนแคปซูเลชัน (matrix encapsulation)

เป็นรูปแบบของไมโครแคปซูลของสารให้กลิ่นรสส่วนใหญ่ที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย สเปรย์ซิลลิง สเปรย์คูลลิ่ง เอ็กซ์ทรูชันในการเอนแคปซูเลชัน (รูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 ไมโครแคปซูลแบบหลายแกน (multi-core) หรือ เมทริกซ์ เอนแคปซูเลชัน (matrix encapsulation)

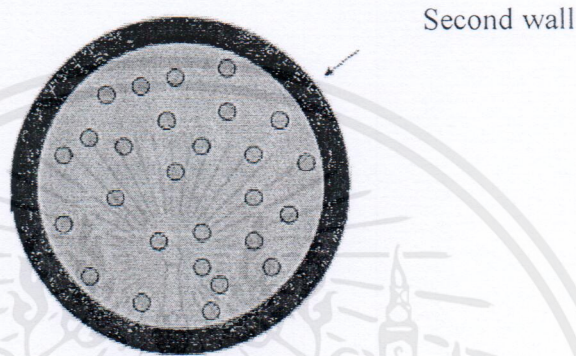
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ที่มา : Furuta และคณะ (1983)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 ผนังหลายชั้น (Multi-wall)

เป็นรูปแบบของไมโครแคปซูลของสารให้กลิ่นรสที่มีการเคลือบผิวครั้งที่สองโดยใช้เทคนิค ฟลูอิดไลซ์เบด (fluidized bed) ทำให้สามารถควบคุมการปลดปล่อยสารให้กลิ่นรสในสภาวะที่ต้องการ (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 ไมโครแคปซูลแบบเมทริกซ์ เอนแคปซูเลชัน (matrix encapsulation) ที่มีการเคลือบผิว 2 ชั้น ที่มา :Furuta และคณะ (1983)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของสารให้กลิ่นรสที่ผ่านการเอนแคปซูเลชัน

2.2.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของสารให้กลิ่นรสได้แก่ โครงสร้างทางเคมี (chemical structure), ความมีขั้ว (polarity) และ ความสามารถในการระเหย (volatility)

2.2.2.2. คุณสมบัติของสารเคลือบ

2.2.2.3. สภาวะที่ใช้ในขั้นตอนการเอนแคปซูเลชัน

สารเคลือบที่ใช้ในการเอนแคปซูเลชันของสารให้กลิ่นรสจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารให้กลิ่นรส มีความหนืดต่ำที่ระดับความเข้มข้นสูง ปกป้องสารให้กลิ่นรสจากสภาวะแวดล้อมมีคุณสมบัติในการทำให้เกิดอิมัลชันที่มีความเสถียร และสามารถควบคุมการปลดปล่อยสารให้กลิ่นรสภายใต้สภาวะและช่วงเวลาที่ต้องการ (Shahidi and Han, 1993)

2.3 ชนิดของสารเคลือบที่ใช้ในกระบวนการเอนแคปซูเลชัน

คาร์โบไฮเดรตที่สามารถนำมาใช้ในรูปของสารเคลือบ ได้แก่ สตาร์ช (starch), มอลโตเดกซ์ทริน (maltodextrin), ผงคอร์นไซรัป (corn syrup solids) และ กัมอะราบิก (gum Arabic) หันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 สตาร์ช (starch)

สตาร์ชถูกนำมาใช้เป็นสารเคลือบในการเอนแคปซูลชั้นสารให้กลิ่นรสอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อกักเก็บและปกป้องสารให้กลิ่นรส

กลไกการจับตัวระหว่างสารให้กลิ่นรสและสตาร์ชแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ โดยรูปแบบแรก สารให้กลิ่นรสจะถูกล้อมรอบด้วยอะไมโลส ฮีลิกซ์ (amylose helix) ซึ่งจับกันด้วยพันธะไฮโดรโฟบิก (hydrophobic bonding) สตาร์ชจะกักสารให้กลิ่น รสไว้ภายใน โมเลกุล (inclusion complex) รูปแบบที่สอง จะเกิดจากความมีขั้ว (polar interaction) ด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ระหว่างกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) ของสตาร์ช และสารให้กลิ่นรส

2.3.2 มอลโทเดกซ์ทริน

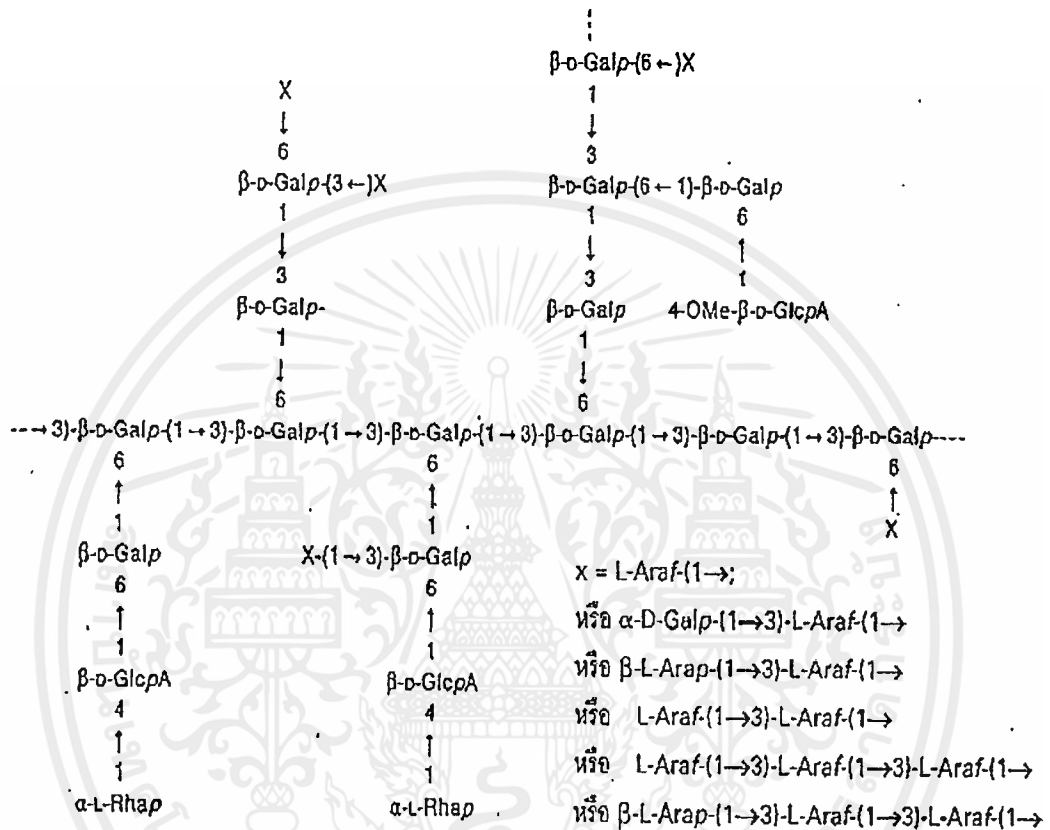
มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) คือ สตาร์ชที่ผ่านการไฮโดรไลซิสบางส่วนด้วยเอนไซม์ หรือกรด มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่าสมมูลเดกโทรส (dextrose equivalent, DE) น้อยกว่า 20 ประกอบด้วย 1,4 และ 1,6-แอลฟา-ดี-กลูโคไพราโนส-ลิงก์เกต เรซิดิวส์ (1,4 and 1,6- α -D-glucopyranose-linked residues) (Nickerson *et al.*, 2006) ค่า DE คือ ค่า reducing power ของพอลิแซคคาไรด์หรือ โอลิโกแซคคาไรด์ที่ได้จาก สตาร์ชเปรียบเทียบกับ ดี-กลูโคส โดยน้ำหนักฐานแห้ง โดยปกติมอลโทเดกซ์ทรินมีค่า DE น้อยกว่า 20 ขณะที่ผงคอร์นไซรัป (corn syrup solids) มีค่า DE มากกว่า 20 มอลโทเดกซ์ทรินอาจอยู่ในรูปผงสีขาวแห้ง หรือของเหลวข้นที่ไม่มีรสหวาน สามารถละลายน้ำได้ดี มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE แตกต่างกันจะมีสมบัติ ทางเคมีกายภาพแตกต่างกัน เช่น ความสามารถในการละลาย อุณหภูมิเยือกแข็ง ความหนืด เป็นต้น อย่างไรก็ตามมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE เหมือนกันอาจจะมีสมบัติต่างกันก็ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการไฮโดรไลซิส แหล่ง ของสตาร์ช และอัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน (Klinkesorn *et al.*, 2004) มอลโทเดกซ์ทรินที่มี ค่า DE สูงกว่าจะมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า เช่น มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 10 และ 20 มีน้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 1800 และ 900 ตามลำดับ (Rahman, 1995) เมื่อผสมมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำกว่าในผลิตภัณฑ์ ที่มีความเหนียวและนำไปทำให้แห้ง จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเกาะติดกันต่ำกว่า สามารถทำให้แห้งได้ง่าย ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความเหนียวลดลง มอลโทเดกซ์ทรินถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบใน ผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เครื่องดื่มผง ซอสผงสำเร็จรูป ไอศกรีม เป็นต้น โดยใช้เป็นสารช่วยในการทำแห้ง ของสารแต่งกลิ่นรส สารช่วยเพิ่มกลิ่นรส และใช้เป็นสารเพิ่มปริมาณได้

2.3.3 กัมอะราบิก

กัมอะราบิก (gum arabic) บางครั้งเรียกว่า กัมอะคาเซีย (acacia gum) เป็นกัมจากต้นอะคาเซีย (acacia) โดยเฉพาะจาก *Acacia senegal* L. นำมาอบแห้ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-7 เซนติเมตร สีอำพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มีสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเป็นของแข็งอสังฐาน เรียกว่า กัมหยาบ ซึ่งจะต้องทำความสะอาดก่อนเพื่อแปรรูปเป็นกัมอะราบิกที่มีขนาดและเกรดต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา กัมอะราบิกชนิดผงมีความชื้น 12% กัมเกรดดีที่มีความบริสุทธิ์มากจะให้สารละลายที่ไม่มีสีและไม่มีรส



รูปที่ 2.5 โครงสร้างกัมอะราบิก

ที่มา : วรรณาดังเจริญชัย (2547)

กัมอะราบิกเป็นพอลิแซ็กคาไรด์เชิงซ้อนชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยน้ำตาล 4 ชนิดในโครงสร้าง ได้แก่ แอล-เอราบินโนส (27%) ดี-กาแลกโทส (44%) แอล-เรมโนส (13%) และกรดดี-กลูคูโรนิก (14.5%) โดยสายโซ่หลักประกอบด้วย เบต้า-กาแลกโทไพแรโนส จับด้วยพันธะเบต้า-1,4 และมีสายกิ่งต่อออกไปจากสายโซ่หลัก กัมอะราบิกอาจอยู่ในรูปของพอลิแซ็กคาไรด์ที่เป็นกลางหรืออยู่ในรูปเกลือของกรดอ่อนที่มีแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม กัมชนิดนี้มีน้ำหนักโมเลกุล 250,000-750,000 คาลตัน ละลายน้ำได้ดี ให้สารละลายใสและมีความหนืดต่ำ ความหนืดจะเพิ่มตามความเข้มข้น แต่การเพิ่มจะช้า ที่ความเข้มข้น 25% (น้ำหนัก/ปริมาตร) จะมีความหนืดประมาณ 160 ปาสคาลวินาที (Pa.s) ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงกว่า 25% ขึ้นไป

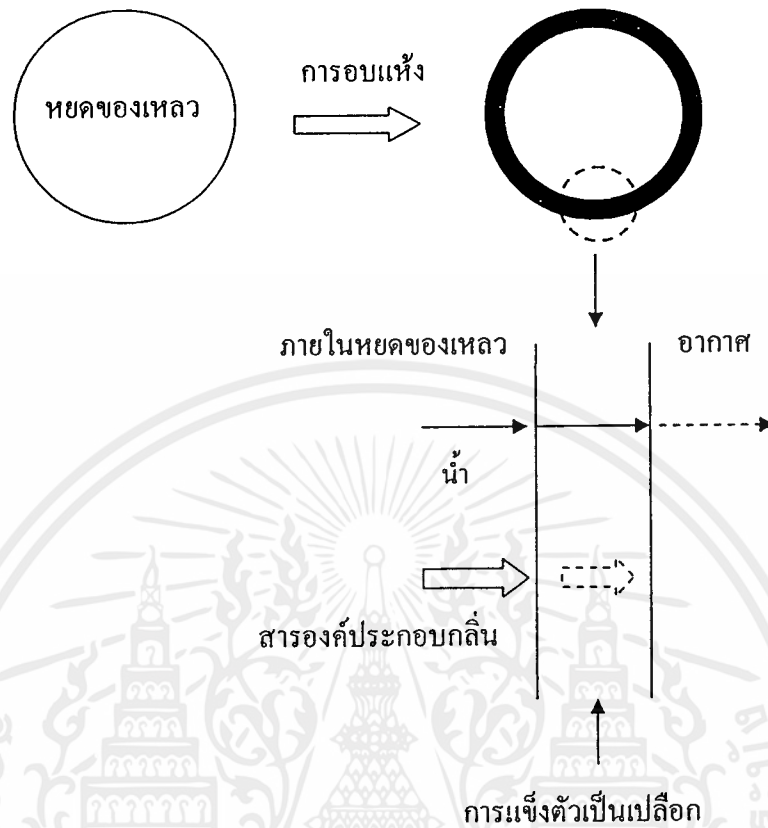
ความหนืดจะเพิ่มเร็ว ที่ความเข้มข้น 50% มีความหนืดสูงสุดที่ 10,000 Pa.s ความหนืดกัมมะราบิคขึ้นกับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ความหนืดจะสูงสุดที่ค่าความเป็นกรดต่าง 5-6 และความหนืดอาจลดลง 20% ที่ค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 3 หรือ ประมาณ 11

กัมมะราบิคจัดเป็นกัมที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาก ตัวอย่างของการใช้ เช่น ใช้เป็นตัวทำอิมัลชันของสารให้กลิ่นรส (flavor emulsion) สำหรับพวกเครื่องดื่ม เช่น อิมัลชันน้ำมันผิวส้ม (citrus oil emulsion) ใช้เป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัวของฟองเบียร์ ใช้เป็นตัวยับยั้งการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและเชอร์เบต

2.4 การทำแห้งแบบพ่นฝอย

การทำแห้งแบบพ่นฝอย เป็นวิธีทำแห้งโดยการฉีดพ่นวัสดุเหลวให้เป็นหยดละออง จากนั้นจะใช้ลมร้อนเพื่อทำให้ละอองของเหลวนี้ให้กลายเป็นผง วิธีนี้จะใช้กันมากในกระบวนการผลิตอาหารผงแบบสำเร็จรูป (instant food) เช่น การทำแห้งน้ำผลไม้ หรือของเหลวสกัดจากเมล็ดกาแฟ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนิยมนำมาใช้ในการรักษากลิ่นรส เนื่องจากเมื่อทำแห้งอาหารเหลวโดยวิธีนี้ อาหารจะถูกพ่นเป็นหยดเล็ก ๆ และสัมผัสกับลมร้อน ทำให้น้ำระเหยจากผิวของหยดของเหลว เมื่อการทำแห้งดำเนินต่อไปจะเกิดชั้นฟิล์มแห้งขององค์ประกอบของแข็งที่ผิว เรียกว่า การแข็งตัวของเปลือก (case hardening) ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีค่าสูง อัตราการระเหยของน้ำที่บริเวณผิวหยดของเหลวจึงมีค่าสูง ทำให้เกิดการกระจายค่าของความชื้น (concentration profile) ขึ้นที่บริเวณใกล้กับผิวของหยดอาหารเหลว ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของกลิ่นรสในชั้นฟิล์มแห้งนี้จึงมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำมาก จึงทำให้น้ำระเหยออก แต่สารองค์ประกอบกลิ่นรสไม่ระเหยออก ยังคงเหลืออยู่ในหยดของเหลว ซึ่งสามารถแสดงเป็นภาพจำลองในรูปที่ 2.6 เมื่อให้ความยาวของลูกศรแสดงถึงอัตราเร็วในการถ่ายเทมวล สารองค์ประกอบกลิ่นรสจะระเหยไม่ถึงผิวระเหยเนื่องจากชั้นฟิล์มแห้ง ทำให้อัตราการระเหยของกลิ่นรสยังคงเหลืออยู่ในหยดของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การทำแห้งหยดของเหลวพ่นฝอยในลมร้อน และการเกิดขึ้นฟิล์มแห้งบนผิวของหยดของเหลว
ที่มา : ดัดแปลงจาก Furuta และคณะ (1983)

2.4.1 ข้อดีของการเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย

- 1) ต้นทุนการผลิตต่ำ
- 2) เครื่องมือที่ใช้สามารถหาได้ง่าย
- 3) สามารถปกป้องสารแกนกลาง ได้เป็นอย่างดี และสามารถเลือกใช้ตัวกลางในการ

เคลือบได้หลายชนิด

2.4.2 ข้อดีของการเอนแคปซูเลชันโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย

- 1) อาจเกิดการสูญเสียสารให้กลิ่นรสที่มีจุดเดือดต่ำระหว่างกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย
- 2) อาจมีสารแกนกลางติดที่ผิวของไมโครแคปซูลซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน.

ในผลิตภัณฑ์ที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การกักเก็บสารให้กลืนรระหว่างกระบวนการเอนแคปซูลชันโดยใช้เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะขึ้นอยู่กับ

- 1) คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารแกนกลางและสารเคลือบ (Renecquis and Coulter, 1969)
- 2) อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างกระบวนการอบแห้ง
- 3) คุณสมบัติของสารเคลือบ เช่น ความสามารถในการทำให้เกิดฟิล์มเคลือบที่ผิวของสารแกนกลาง และมีความหนืดต่ำที่ความเข้มข้นสูง (Rosenberg *et al*, 1990)

2.4.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างของไมโครแคปซูลที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอย'

1. องค์ประกอบและคุณสมบัติของสารเคลือบ
2. อัตราส่วนของสารให้กลืนร : สารเคลือบ
3. วิธีการพ่นฝอย และ ตัวแปรในกระบวนการอบแห้ง
4. สภาพะในการเก็บรักษา (Rosenberg and Young, 1993)

2.5 วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

การสกัดด้วยตัวทำละลายจะอาศัยความสามารถในการละลายในตัวทำละลายของสารให้กลืน ถ้าต้องการศึกษาสารให้กลืนทั้งหมดก็ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายที่จำเพาะ แต่ถ้าต้องการศึกษาสารให้กลืนประเภทใดประเภทหนึ่งจะต้องเลือกตัวทำละลายที่สามารถแยกสารดังกล่าวได้ดีและไม่ละลายสารอื่นออกมา ส่วนใหญ่ตัวทำละลายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ ไดเอทิลอีเทอร์ สารผสมของไดเอทิลอีเทอร์กับเพนเทน และเมทิลลีนคลอไรด์ โดยเมทิลลีนคลอไรด์จะมีข้อดี คือ ไม่ติดไฟ การเลือกตัวทำละลายในการสกัด มีหลักดังนี้ (มณิษา เสี่ยงประชา., 2546)

- 1) ตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว (non polar) เช่น ไฮโดรคาร์บอน จะใช้กับตัวอย่างที่เป็นแอลกอฮอล์
- 2) ตัวทำละลายที่สามารถใช้ได้ทั่วไป ได้แก่ ไดเอทิลอีเทอร์ และเมทิลลีนคลอไรด์
- 3) การสกัดมักใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ ซึ่งสามารถกลั่นแยกออกได้หลังจากการสกัด เพื่อให้เข้มข้น ถ้าต้องการศึกษาสารให้กลืนที่มีจุดเดือดต่ำมากสามารถใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำมากได้เช่นกัน เช่น ไตรคลอโรฟลูออโรมีเทน (23 องศาเซลเซียส) หรือ เอทิลคลอไรด์ (12 องศาเซลเซียส)
- 4) ในกรณีสารให้กลืนที่มีจุดเดือดต่ำ อาจทำให้เกิดการสูญเสียสารให้กลืนไปในขณะที่ทำการระเหย จึงใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดสูงได้ เช่น กลีเซอรอล (glycerol) (290 องศาเซลเซียส) หรือ โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) (188 องศาเซลเซียส)

5) ตัวทำละลายที่ใช้ต้องไม่ละลายน้ำ เพราะจะไปละลายน้ำในสารตัวอย่างที่ใช้ออกมาด้วย

- 6) ต้องเป็นสารเฉื่อยทางเคมี เพื่อจะได้ไม่ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของสารที่สกัดได้
- 7) ควรมีราคาถูกและไม่ติดไฟได้ง่าย

2.6 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี

ในการนำเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography, GC) กับเทคนิคแมสสเปกโตรเมทรี (mass spectrometry, MS) มาต่อควบคู่กันนั้น ถือว่าเป็นการจับคู่ที่เหมาะสมวิธีหนึ่ง ทั้งนี้เพราะแต่ละเทคนิคได้นำหลักการคนละอย่างมาเข้าคู่เป็นหนึ่งเดียวกัน เครื่อง GC สามารถใช้แยกสารที่ระเหยง่ายและระเหยได้บางส่วนออกจากกันได้ดี แต่ไม่สามารถชี้บ่งลักษณะเอกลักษณ์ของสารนั้น ขณะที่เครื่อง MS สามารถระบุข้อมูลทางโครงสร้างของสารประกอบทั้งหลายซึ่งพิสูจน์เอกลักษณ์ได้แน่ชัดแล้ว แต่ก็ไม่สามารถแยกออกจากกันได้สมบูรณ์ ดังนั้นการนำเทคนิคทั้งสองมารวมกันจึงได้รับการพัฒนาอยู่เรื่อยมา หลังจากที่เริ่มใช้เครื่อง GC มาได้ไม่นาน ตั้งแต่ช่วงกลางปี 1950 เป็นต้นมา

2.6.1 เทคนิคการวิเคราะห์

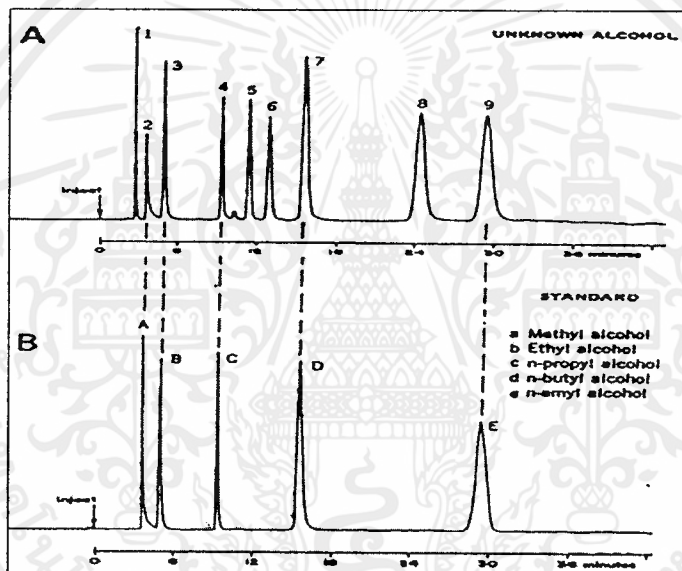
GC-MS จัดเป็นเครื่องมือที่สำคัญยิ่งในการพิสูจน์เอกลักษณ์และหาปริมาณสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยง่ายและระเหยได้บ้างในสารผสม เมื่อสารผสมที่ระเหยกลายเป็นไอได้ง่ายถูกผ่านเข้าไปในคอลัมน์ที่มีตัวแยกเป็นเฟสที่อยู่กับที่ สารผสมดังกล่าวจะถูกแก๊สที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่ชะออกจากคอลัมน์ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารผสมจะถูกแยกออกจากคอลัมน์ด้วยเวลาที่ต่างกัน อันเนื่องมาจากการกระจายของสารผสมในระหว่างเฟสทั้งสองที่แตกต่างกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจงต่างกัน) ทำให้เวลาในการเคลื่อนที่ของสารต่างกันด้วย แก๊สจึงเป็นตัวการสำคัญในการแยกสารผสม การกระจายของสารผสมในภาวะสมดุลระหว่างสองเฟส (distribution equilibria) จะขึ้นอยู่กับความดันไอขององค์ประกอบของสารผสม และความสามารถในการถูกดูดซึมของเฟสที่อยู่กับที่ ดังนั้นการแยกสารผสมด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับจุดเดือดที่ต่างกันของสารผสม มวล โมเลกุล และสูตร โครงสร้างที่ต่างกันของสารผสม การที่จะเลือกใช้สารใดเป็นเฟสที่อยู่กับที่จึงต้องพิจารณาโครงสร้างของสารตัวอย่างที่ต้องการจะวิเคราะห์ให้มีความใกล้เคียงกับเฟสที่อยู่กับที่สำหรับการประยุกต์ใช้วิเคราะห์สารอื่นนั้น นิยมใช้เครื่อง GC-MS วิเคราะห์สารที่เป็นมลพิษที่ตกค้างในน้ำดื่มและน้ำอุปโภค นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิเคราะห์หาตัวยาและสารเมตาโบไลต์ชนิดต่าง ๆ ในเลือดและปัสสาวะ เทคนิค GC-MS สามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์โดยเทียบกับสเปกตรัมมาตรฐาน หรือแปลข้อมูลจากสเปกตรัมของสารตัวอย่างนั้น โดยตรง ใช้ศึกษาสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์สารอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ข้อมูลเชิงวิเคราะห์

2.6.2.1 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (วนิศาอุมรพัฒนา, 2550)

Retention time (RT) คือ เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์นับจากเวลาเริ่มต้นของการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งเวลาที่ detector อ่านค่าสัญญาณสูงสุด (peak) จากการตรวจวัดของสารนั้น โดย retention time เป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดในสภาวะการวิเคราะห์เดียวกันทั้งชนิดของคอลัมน์และอุณหภูมิที่ใช้ ค่า retention time ของสารชนิดเดียวกันที่วิเคราะห์ได้ควรจะต้องคงที่หรือมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนั้น การตรวจพิสูจน์ชนิดของสารองค์ประกอบใดในของผสมตัวอย่างสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่า retention time ระหว่างสารองค์ประกอบในของผสมตัวอย่าง (unknown) กับสารองค์ประกอบมาตรฐาน ดังแสดงในรูป 2.7



รูปที่ 2.7 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยการเปรียบเทียบค่า Retention Time ของสารตัวอย่างกับสารองค์ประกอบมาตรฐาน

ที่มา : วนิศาอุมรพัฒนา (2550)

2.6.2.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วย GC ได้รับความนิยมสูงมากโดยเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการหาปริมาณของสารมี 3 เทคนิคคือ

1) วิธีปรับพื้นที่เป็นปกติ (normalization)

การวิเคราะห์สารองค์ประกอบในของผสมนิยมใช้วิธีปรับพื้นที่เป็นปกติหรือปรับพื้นที่รวมทั้งหมดเป็น 1 วิธีนี้ทำได้ง่ายและสะดวก การวิเคราะห์ทำได้โดยการฉีดสารตัวอย่างเข้าไปในเครื่องเอกสารเป็นเอกสารที่สว่างไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GC-MS สารผสมตัวอย่างจะถูกแยกและชะออกจากคอลัมน์ทีละตัว ปริมาณของสารองค์ประกอบ แต่ละตัว
คำนวณโดย

$$\text{องค์ประกอบ (\%)} = \frac{A_i \times 100}{\sum A_i}$$

โดย A_i = พื้นที่พีคของพีคที่ 1,2,3,...i

2) การใช้สารมาตรฐานภายนอก (external standardization)

วิธีนี้คล้ายคลึงกับวิธีปรับพื้นที่เป็นปกติ จะแตกต่างกันก็แต่เพียงใช้สารบริสุทธิ์
เป็นสารมาตรฐานอ้างอิงเพียงตัวเดียวฉีดเข้าไปในเครื่องGC-MS ในปริมาณที่แน่ชัด การฉีดสารอาจจะฉีด
เพียงครั้งเดียวหรือมากกว่าโดยฉีดในปริมาณแตกต่างกัน หลังจากนั้นจึงฉีดสารผสมที่ต้องการวิเคราะห์ จาก
ปริมาตรของผสมที่ฉีดเข้าไปจะสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารที่จะวิเคราะห์ในของผสมนั้นได้
หรือหากรู้น้ำหนักรวมของสารผสมก็สามารถคำนวณปริมาณสารองค์ประกอบในของผสมได้ ในกรณีที่
ต้องการความแม่นยำมากขึ้น การวิเคราะห์ควรทำโดยการฉีดสารตัวอย่างมาตรฐานเข้าไปในปริมาณต่างกัน
แล้วนำพื้นที่ที่ได้มาเขียนกราฟมาตรฐานก่อน จากนั้นจึงฉีดสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาณเข้าไป
แล้วนำพื้นที่ที่ได้พีคมาเทียบหาน้ำหนักจากกราฟมาตรฐานอีกทีหนึ่ง กรณีการใช้สารมาตรฐานภายนอกนั้น
สารมาตรฐานมักจะเป็นตัวเดียวกันกับสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาการตอบสนองของ
เครื่องตรวจวัดไม่เท่ากัน

3) การใช้สารมาตรฐานภายใน (internal standardization)

วิธีนี้สารมาตรฐานที่ใช้จะต้องเป็นคนละตัวกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ แต่ควรมี
คุณสมบัติทางเคมีหรือกายภาพคล้ายคลึงกันและต้องแยกจากสารอื่นที่มีในสารผสมตัวอย่างด้วย สาร
มาตรฐานภายในนี้จะเติมลงในสารตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ วิธีการใช้สารมาตรฐานภายในนี้จะทำโดย
การสร้างกราฟมาตรฐานเช่นเดียวกับสารมาตรฐานภายนอก โดยผสมสารมาตรฐานภายในกับสารมาตรฐาน
อ้างอิงในอัตราส่วนต่างกัน แล้วฉีดสารที่ได้นี้เข้าไปในเครื่อง GC จากนั้นนำเอาอัตราส่วนระหว่างน้ำหนัก
ของสารทั้งสองมาเขียนกราฟกับอัตราส่วนของพื้นที่ที่ได้ การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยการใช้สารมาตรฐาน
ภายในเป็นวิธีที่ใช้หาปริมาณของสารได้ถูกต้องที่สุด แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้สารมาตรฐานภายใน
โดยสารที่จะใช้เป็นสารมาตรฐานภายในนั้นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. สารนั้นต้องมีคุณสมบัติคล้ายสารที่จะวิเคราะห์
2. สารนั้นต้องถูกชะออกจากคอลัมน์หมด
3. สารนั้นต้องให้พีคที่แยกอยู่ต่างหาก โดยจะไม่ซ้ำหรือเหลื่อมทับพีคอื่น ๆ และ

อยู่ใกล้พีคที่ต้องการหา และสารนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่สามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณภาพร อัครวิโรจน์ (2546) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตควันเหลวจากขานอ้อยและกาบมะพร้าว พบว่า อุณหภูมิในการผลิต ตัวทำละลายที่ใช้จับควัน และการเก็บมีผลต่อคุณสมบัติของกลิ่นควันเหลว โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิการผลิตสูงถึง 200-350 องศาเซลเซียส จำนวนชนิดของสารให้กลิ่นจะมากขึ้นตามลำดับ ตัวทำละลายจะมีสีส้ม และค่าความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้โพรพิลีนไกลคอล 0.5% ในการจับควันจะได้กลิ่นควันที่มีสารฟีนอลิก คาร์บอนิล และพีเอเอช (PAH: Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) มีสีส้ม และมีค่าความเป็นกรดต่างมากกว่าการใช้กลีเซอรอล 0.5% และน้ำตามลำดับ และการเก็บกลิ่นควันเหลวขานอ้อยในระยะเวลา 3 เดือน จะทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกและคาร์บอนิลลดลง และมีปริมาณของพีเอเอชมากขึ้น มีสีส้มมากขึ้น และมีค่าความเป็นกรดต่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าที่ 10 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องตามลำดับ และการใช้ตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล 0.5% มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการใช้กลีเซอรอล 0.5% และน้ำ ตามลำดับ

Anker และ Reineccius (1988) พบว่าอุณหภูมิเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่เหมาะสมที่ทำให้สามารถเก็บกลิ่นได้ดีอยู่ในช่วง 160-210 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงกว่า 210 องศาเซลเซียสจะทำให้การเก็บกลิ่นลดลง เนื่องจากการขยายตัวของหยดของเหลวขณะอบแห้ง เมื่อใช้อุณหภูมิเข้าที่สูงจะทำให้หยดของเหลวพองขึ้น (puff up) หรือมีลักษณะคล้ายบอลูน ทำให้ผนังด้านนอกบางลงและเป็นโพรงอยู่ภายใน ความสามารถในการรักษารสชาติขององค์ประกอบกลิ่นจึงลดลง

Reineccius และ Coulter (1969) ทดลองศึกษาผลของปริมาณของแข็งหรือความเข้มข้นของตัวพาต่อสัดส่วนคงเหลือของกลิ่นในกลิ่นผง พบว่าเมื่อปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น การเก็บกลิ่นจะดีขึ้น เนื่องจากปริมาณของแข็งที่สูงทำให้เกิดการก่อตัวของฟิล์มหรือเปลือกหุ้มรอบหยดของเหลว (droplet) ได้รวดเร็ว

Bertolinic และคณะ (2001) ได้ศึกษาความคงตัวของโมโนเทอร์ปีนที่ผ่านการเอนแคปซูลชันด้วยกัมอะราบิกโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย สารโมโนเทอร์ปีนที่นำมาใช้ ได้แก่ ซิตรัล (citral) ลิ้นจี่ลูล (linalool) เบต้า-ไมร์ซีน (β -myrcene) ลิโมนีน (limonene) และ เบต้า-พีนีน (β -pinene) โดยใช้กัมอะราบิกที่ระดับความเข้มข้น 10 20 และ 30% พบว่า การใช้กัมอะราบิก 10% สามารถช่วยให้โมโนเทอร์ปีนมีความคงตัวมากกว่าการใช้ที่ความเข้มข้นอื่น โดยลิ้นจี่ลูล และซิตรัล จะมีการสูญเสียมากที่สุดเมื่อระดับความเข้มข้นสูงขึ้น และเบต้า-พีนีน และซิตรัล มีความคงตัวในแคปซูลมากกว่าลิ้นจี่ลูล ส่วนเบต้า-ไมร์ซีนจะมีความคงตัวน้อยที่สุด

Ferber และ Nursten (1977) ได้ศึกษาสารให้กลิ่นในขี้ผึ้งที่ถูกหลอมละลายที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส พบว่า ออกทานัล (octanal) (ผิวส้ม) โนนานัล (nonanal) (ดอกไม้) และ เดคานัล (Decanal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะที่ศึกษาเท่านั้น ไม่ขอเผยแพร่ไปยังที่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ผิวส้ม) เป็นสารให้กลิ่นหลักในซีฟิ่งที่ถูกหลอมเหลว นอกจากนี้ยังพบ ไซมีน (cymene) ลิโมนีน (limonene) ลิ้นดอลออกไซด์ (linalool oxide) เป็นสารให้กลิ่นรองที่มีลักษณะกลิ่นเปรี้ยวเหมือนผิวมะกรูด และสารประกอบรองอีกกลุ่มที่ให้กลิ่นหวานคือ เทอพิเนอล (terpineol) กัวเอคอล (guaiacol) ครีซอล (cresol) และเบนซัลดีไฮด์ (benzaldehyde)

Finney และคณะ (2002) ได้ศึกษาความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยจากส้ม (orange oil) ที่ได้จากการเอนแคปซูลชันด้วยสตาร์ชดัดแปร (modified starch) เมื่อผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิอากาศขาเข้า 220 และ 170 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากส้มที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิอากาศขาเข้า 220 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้น ความหนาแน่นสมบูรณ์ (absolute density) ต่ำกว่าเมื่อใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 170 องศาเซลเซียส

Krishnan และคณะ (2005) ได้ศึกษาการใช้มอลโทเดกซ์ทริน สตาร์ชดัดแปร และกัมอะราบิก ในการเอนแคปซูลชันโอเลโอเรซินจากลูกกระวาน (cardamom oleoresin) พบว่าการใช้อัตราส่วนของ กัมอะราบิก: มอลโทเดกซ์ทริน: แป้งดัดแปร เท่ากับ 4:1:1 จะสามารถเก็บรักษาสารให้กลิ่นของโอเลโอเรซินจากลูกกระวานได้ดีกว่าการใช้กัมอะราบิกเพียงชนิดเดียว

McNamee และคณะ (2001) ศึกษาผลของการใช้คาร์โบไฮเดรตได้แก่ แป้งข้าวโพด (maize starch) กลูโคส (glucose) ซูโครส (sucrose) แลคโทส (lactose) มอลโทเดกซ์ทริน DE 18.5 28 และ 38 ร่วมกับกัมอะราบิกในการเอนแคปซูลชันน้ำมันถั่วเหลือง โดยนำกัมอะราบิกร่วมกับสารคาร์โบไฮเดรตผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองที่อัตราส่วนสารเคลือบต่อน้ำมันถั่วเหลือง 2 : 1 แล้วนำไปโฮโมจีไนซ์ที่แรงดัน 20 เมกะปาสคาล (MPa) จากนั้นนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้า 180 องศาเซลเซียส และใช้อุณหภูมิอากาศขาออก 100-120 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้กัมอะราบิกร่วมกับแป้งข้าวโพดสามารถเก็บกลิ่นน้ำมันถั่วเหลืองได้น้อยที่สุด ส่วนการใช้กัมอะราบิกร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน DE 18.5 นั้นมีความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดเนื่องจากสามารถละลายน้ำได้ดี และไม่มีผลต่อสารให้กลิ่น และยังสามารถทำแห้งได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

3.1.1.1	ซีฟิ่ง	จากจังหวัดเชียงใหม่
3.1.1.2	ผิวมะกรูด	จากตลาดไท
3.1.1.3	กำยาน	จากตลาดเขาวราช
3.1.1.4	ไม้จันทน์หอม	จากจังหวัดชุมพร
3.1.1.5	มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) DE 5 10 และ 15	จากบริษัท S.W. Great
3.1.1.6	กัมอะราบิก	จากบริษัท Matrix

3.1.2 เครื่องมือ

3.1.2.1	ตู้อบลมร้อน (hot air oven)	Memmert, Germany
3.1.2.2	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง	Mettler Toledo AJ 100, Switzerland
3.1.2.3	เครื่องโฮโมจีไนซ์ (homogenizer)	Cat Homogenizer X120, Germany
3.1.2.4	เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer)	BUCHIMini Spray dry B191, Switzerland
3.1.2.5	เครื่องบรรจุสุญญากาศ (vacuum-seal package)	SammicV252T, Germany
3.1.2.6	ปั๊มอากาศ (air pump)	VCP 8101c, Republic of China
3.1.2.7	เครื่องกวนแบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer)	RCT Basic Ika Werke, Malaysia
3.1.2.8	เครื่องดูดสุญญากาศ (aspirator)	WJ-20 SIBATA, Japan
3.1.2.9	โถดูดความชื้น (desiccator)	
3.1.2.10	ถ้วยอะลูมิเนียม (aluminium can)	
3.1.2.11	เครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ แท่งแก้ว ขวดวัดปริมาตร ขวดดูเรน บุชเนอร์ ปิเปต	

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1.3.1	gas chromatography/mass spectrometer	6890 GC/5973N MSD Agilent Technologies Inc., USA.
---------	--------------------------------------	--

3.1.4 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ

3.1.4.1	โพรพิลีน ไกลคอล (propylene glycol)	บริษัท unitywell, Spain
---------	------------------------------------	-------------------------

3.1.5 สารเคมีที่ใช้ในการสกัด

3.1.5.1 ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether)

บริษัทUnitywewell, Spain

3.1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์

3.1.6.1 ซองอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (OPP/ALU/LLDPE)

หนา 14/7/60 ไมครอน ขนาด 4x6 นิ้ว

บริษัท จิตรบรรจภัณฑ์

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมเทียนอบและสารละลายของควันทิเียน

การเตรียมเทียนอบทำโดยขังขี้ผึ้ง 24.25 กรัม และส่วนประกอบที่บดเป็นผงได้แก่ ไม้จันทน์หอม ผิวมะกรูดแห้ง และกำยาน อย่างละ 0.25 กรัม นำขี้ผึ้งมาหลอมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติมส่วนผสมที่บดเป็นผงในขี้ผึ้งหลอม นวดส่วนประกอบให้เข้ากัน กดให้เป็นแผ่นบาง ๆ วางใส่เทียนซึ่งเป็นฝ้ายดิบไว้ตรงกลาง ปั้นเป็นแท่งเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้ว โคง์เทียนให้มีลักษณะคล้ายเกือกม้า

การเตรียมตัวอย่างสารละลายของควันทิเียน ทำโดยจุดเทียนอบ 25 กรัม เป็นเวลา 30 วินาที ดับเปลวไฟ แล้ววางเทียนอบในโถดูดความชื้น ปิดฝา ใช้ปั๊มดูดควันทิเียนผ่านโพรพิลีนไกลคอลปริมาณ 30 กรัมเป็นเวลา 5 นาที แล้วจุดเทียนอบใหม่ จนเทียนอบหมด (Watcharanun และคณะ, 2009) นำสารละลายของควันทิเียนในโพรพิลีนไกลคอลไปใช้การทดลองขั้นต่อไป

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างกลิ่นควันทิเียนอบผง

ขังมอลโทเดกซ์ทริน และสารละลายของควันทิเียน นำมาผสมกัน โดยค่อย ๆ เติลมอลโทเดกซ์ทรินลงไปและคนสารละลายตลอดเวลา แล้วนำไปผสมให้เข้ากันอีกครั้งด้วยเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ ความเร็วรอบ 16,100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

ตั้งค่าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยกำหนดปริมาณลม (compressed air) ที่ใช้ในการพ่นเท่ากับ 700 ลิตรต่อชั่วโมง ที่ความดัน 5 บาร์ ปริมาณการป้อน (feed) และปริมาณอากาศที่ผ่านเครื่อง (air flow) เท่ากับ 250 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง และ 35 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ปรับอุณหภูมิขาเข้า (inlet temperature) ตามที่กำหนด เมื่อได้อุณหภูมิตามต้องการจึงป้อนสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่เตรียมไว้เข้าไปในเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้หัวพ่นฝอย (nozzle) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร

3.2.3 ศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิขาเข้าที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยผง

เตรียมตัวอย่างโดยนำมอลโทเดกซ์ทริน DE 10 ร่วมกับโพรพิลีนไกลคอลที่ไม่มีกลิ่นควันทิเียน ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ที่ความเร็วรอบ 16,100 รอบต่อนาที และนำสารละลายทั้งหมดไปทำแห้งด้วยไมวาร์ณิโคฯ หงสน อีกหนึ่งท่านมีให้คคแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ ไปใช้

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้สภาวะของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยตามข้อ 3.2.2 แปรค่าความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน (% w/w)	อุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้ง (องศาเซลเซียส)
25	140
	150
	160
	170
	180
30	140
	150
	160
	170
	180
35	140
	150
	160
	170
	180
40	140
	150
	160
	170
	180

ทดลอง 2 ซ้ำเก็บข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

3.2.3.1 เวลาในการทำแห้งตั้งแต่เริ่มพ่นสารละลายตัวอย่างเข้าเครื่องทำแห้งจนสารละลายหมด

3.2.3.2 ปริมาณผลผลิต (% yield) โดยเทียบจากน้ำหนักฐานแห้ง (dry basis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ปริมาณผลผลิต (\% yield)} = \frac{\text{ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่ได้หลังการทำแห้ง}}{\text{ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินเริ่มต้น}} \times 100$$

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.2.3.1-3.2.3.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (factorial in CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เลือกสภาวะเหมาะสมสำหรับการทดลองต่อไป

3.2.4 ศึกษาค่า DE ที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตควินเทียนอบผง

เตรียมสารละลายของควินเทียนตามข้อ 3.2.1 นำมาผสมกับมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 3.2.3 โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่างกันคือ 5 10 และ 15 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์เป็นเวลา 10 นาทีด้วยความเร็วรอบ 16,100 รอบต่อนาที (Cho และ Park, 2003) จากนั้น แบ่งส่วนผสมที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS เพื่อให้รู้ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญ ก่อนทำแห้ง

ส่วนที่ 2 นำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ใช้อุณหภูมิเข้าที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.3

ได้เป็นกลิ่นควินเทียนอบผงแล้วนำมาวิเคราะห์

3.2.4.1 ปริมาณผลผลิต (% yield) ในส่วนที่ 2 โดยเทียบจากน้ำหนักฐานแห้ง (dry basis)

3.2.4.2 ปริมาณสารให้กลิ่นหลัก 5 ชนิด ได้แก่ เฮกซานัล (hexanal) เฮปทานัล (heptanal) ออกทานัล (octanal) โนนานัล (nonanal) และ เดคาแนล (decanal) ในสารละลายของควินเทียน และในกลิ่นควินเทียนอบผง ด้วยเครื่อง gas chromatography-mass spectrophotometer จากนั้นคำนวณ เปอร์เซ็นต์ของสารให้กลิ่นในกลิ่นควินเทียนอบผง (หลังการทำแห้ง) เปรียบเทียบกับสารให้กลิ่นในสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควินเทียนอบ (ก่อนการทำแห้ง)

ปริมาณสารให้กลิ่นในกลิ่นควินเทียนอบผง (%)

$$= \frac{\text{ปริมาณสารให้กลิ่นในกลิ่นควินเทียนอบผง}}{\text{ปริมาณสารให้กลิ่นในสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควินเทียนอบ}} \times 100$$

ทดลอง 2 ซ้ำ แล้วนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.2.4.1 และ 3.2.4.2 โดยใช้

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design, CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย

วิธี Duncan's New Multiple Range เพื่อเลือกค่า DE ของมอลโทเดกซ์ทรินที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการทดลองขั้น

ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ศึกษาปริมาณของกัมมะราบิคที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตถั้วคั้ววันเทียชอบผง

ทดลองผลิตถั้วคั้ววันเทียชอบผง โดยเตรียมสารละลายของถั้วคั้ววันเทียชตามข้อ 3.2.1 นำมาทำแห้งโดยใช้ อุณหภูมิ และความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ได้จากการศึกษาในข้อ 3.2.3 ใช้ค่า DE ของมอลโทเดกซ์ทริน ที่ได้จากการศึกษาในข้อ 3.2.4 จากนั้นศึกษาการใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน ในปริมาณ 25 33 50 66 และ 75% ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์เป็นเวลา 10 นาที ใช้ความเร็วรอบ 16,100 รอบต่อนาที (Cho and Park, 2003) จากนั้น แบ่งส่วนผสมที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเช่นเดียวกับข้อ 3.2.4

ทดลอง 2 ซ้ำ แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.2.4.1-3.2.4.2 แล้วนำค่าที่ได้มา วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design, CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range เพื่อเลือกปริมาณกัมมะราบิคที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตถั้วคั้ววันเทียชอบผง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิขาเข้าที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยผง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ใช้ต่อปริมาณผลผลิต และระยะเวลาในการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยนำ มอลโทเดกซ์ทรินมาผสมกับ โพรพิลีนไกลคอล (ไม่มีกลิ่น คำนวณเทียบขอบ) ที่ความเข้มข้น 25 30 35 และ 40% โดยใช้อุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียสแล้วเก็บข้อมูล ระยะเวลาการทำแห้ง และปริมาณผลผลิต ได้ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินผง เมื่อใช้ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 25 30 35 และ 40% และใช้อุณหภูมิขาเข้า 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน (%)	อุณหภูมิขาเข้า (องศาเซลเซียส)				
	140	150	160	170	180
25	9.41±0.55	10.07±0.45	14.23±1.80	20.50±0.50	21.60±1.32
30	17.88±1.94	26.32±4.66	32.52±7.05	35.39±5.83	36.42±3.18
35	39.62±8.22	41.16±8.10	43.08±9.10	43.86±8.72	45.47±8.82
40	43.56±7.86	44.33±7.59	47.62±10.37	48.83±10.11	49.74±9.98

ตารางที่ 4.2 ค่าความน่าจะเป็น (p-value) ของปริมาณผลผลิตมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง

ปัจจัยที่ศึกษา	ปริมาณผลผลิต	ระยะเวลาในการทำแห้ง
ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน	0.000*	0.000*
อุณหภูมิขาเข้า	0.025*	0.848
ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน * อุณหภูมิขาเข้า	0.971	0.994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน และอุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่เหมาะสมในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง พบว่า ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินมีผลต่อปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้งและระยะเวลาในการทำแห้ง ส่วนอุณหภูมิขาเข้ามีผลต่อปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง แต่ไม่มีผลต่อระยะเวลาในการทำแห้งและไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินและอุณหภูมิขาเข้าต่อปริมาณผลผลิต และระยะเวลาในการอบแห้ง ดังนั้น จึงศึกษาปัจจัยของความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน ต่อปริมาณผลผลิต และระยะเวลาในการทำแห้ง (ตารางที่ 4.3) ส่วนปัจจัยของอุณหภูมิขาเข้า ศึกษาผลต่อปริมาณผลผลิตเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง และระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ความเข้มข้น 25 30 35 และ 40%

ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน (%)	ปริมาณผลผลิต (%)	ระยะเวลาในการทำแห้ง (นาที)
25	15.07±5.42 ^c	29.70±1.33 ^d
30	29.7 ±8.11 ^b	37.10±3.10 ^c
35	42.63± 6.76 ^a	73.70±4.71 ^b
40	46.81±7.37 ^a	268.30±7.76 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ได้เมื่อศึกษาผลของความเข้มข้นมอลโทเดกซ์ทรินที่ใช้ต่อปริมาณผลผลิต และระยะเวลาในการทำแห้ง พบว่า ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินมีผลต่อปริมาณผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.000$) โดยเมื่อความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย และความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินยังมีผลต่อระยะเวลาในการทำแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.000$) ด้วยเช่นกัน โดยเมื่อความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้น จะใช้เวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น การใช้มอลโทเดกซ์ทรินความเข้มข้น 25% จะได้ปริมาณผลผลิตต่ำที่สุด เนื่องจากสารละลาย มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้น้อย เมื่อผ่านอากาศร้อนภายในเครื่องทำแห้ง จึงไม่สามารถระเหยตัวทำละลายออกจากหยดของเหลวจนได้ผงที่มีลักษณะแห้งได้ ทำให้ไม่จับเป็นก้อน ส่วนการใช้มอลโทเดกซ์ทรินความเข้มข้น 35% และ 40% จะมีปริมาณผลผลิตไม่ต่างกัน แต่แตกต่างกับมอลโทเดกซ์ทรินที่ความเข้มข้น 25% 30% อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ความเข้มข้น 40% จะใช้ระยะเวลาทำแห้งนานที่สุด โดยแตกต่างกับการใช้ที่ความเข้มข้น 25 30 และ 35% อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากความหนืดของสารละลายจะสูงมาก ทำให้ยากต่อการดูดซับสารละลาย (pumping) และทำให้สารละลายอยู่ในรูปละออง (atomization) จึงเป็นผลให้ระยะเวลาการทำแห้งแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น (Grabowski, 2006) จากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 35% เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำแห้ง เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตที่ไม่แตกต่างกับ เมื่อใช้ความเข้มข้น 40%

เมื่อนำค่าปริมาณผลผลิตที่ได้จากการใช้อุณหภูมิขาเข้า 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทรินหลังการทำแห้ง เมื่อใช้อุณหภูมิขาเข้า 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิขาเข้า (องศาเซลเซียส)	ปริมาณผลผลิต (%)
140	27.61±15.95 ^c
150	30.46 ±15.23 ^{bc}
160	34.35± 14.94 ^{abc}
170	37.14 ±12.74 ^{ab}
180	38.30 ±12.64 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกัน ในแนวนั่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p \leq 0.05$)

พบว่า อุณหภูมิขาเข้ามีผลต่อปริมาณผลผลิต โดยเมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้น มีผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.025$) เนื่องจากการใช้อุณหภูมิอากาศขาเข้าสูงขึ้นในการทำแห้ง มีผลให้ตัวทำละลายจากหยดของเหลวระเหยออกไปได้รวดเร็ว ผลตกค้างจึงมีลักษณะแห้งเป็นผง ส่วนการใช้อุณหภูมิขาเข้าต่ำนั้นตัวทำละลายในหยดของเหลวระเหยออกไปได้น้อย ทำให้เกิดการจับตัว และเกาะติดกันเป็นก้อน ไม่เป็นผงแห้ง (Furuta *et al*, 1983) และไม่สามารถนำมาใช้ได้ จึงมีปริมาณผลผลิตต่ำกว่า

ดังนั้นจากการทดลองจึงเลือกใช้อุณหภูมิขาเข้า 160 องศาเซลเซียส ในการทำแห้งกลิ่นควั่นเทียนอบผง เนื่องจากปริมาณผลผลิตที่ได้จากการทำแห้งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.259$) กับเมื่อใช้อุณหภูมิขาเข้า 170 และ 180 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นการใช้อุณหภูมิขาเข้าต่ำยังช่วยลดการสูญเสียปริมาณสารให้กลิ่นขณะทำแห้งได้ (Furuta *et al*, 1983)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาค่า DE ที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตควันเทียนอบผง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาค่า DE ของมอลโทเดกซ์ทรินต่อปริมาณผลผลิตที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินความเข้มข้น 35% ที่มีค่า DE 5 10 และ 15 และใช้อุณหภูมิเข้า 160 องศาเซลเซียส แล้วเก็บข้อมูล ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการทำแห้ง ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณผลผลิตของกลิ่นควันเทียนอบผง เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 และ 15

DE ของมอลโทเดกซ์ทริน	ปริมาณผลผลิต (%)
5	44.45 ± 4.28 ^a
10	37.16 ± 1.99 ^{ab}
15	29.34 ± 1.19 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

พบว่า เมื่อค่า DE เพิ่มขึ้น ปริมาณผลผลิตที่ได้จะต่ำลง การใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 5 และ 10 จะได้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.029$) เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE ต่ำ จะมีสตาร์ช (starch) ที่มีความยาวของโมเลกุล และมีน้ำหนักโมเลกุลมาก แต่สามารถละลายน้ำได้น้อยกว่า เมื่อนำไปทำแห้ง เมื่อขนาดของหยดของเหลวที่พ่นออกมาจากเครื่องทำแห้งจะมีขนาดเท่ากัน แต่ผงที่ได้จะมีขนาดต่างกันโดยมอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE ต่ำ จะให้ผงที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า และถูกเก็บไว้ได้มากกว่า เพราะเมื่อผงที่ได้ผ่านไซโคลนภายในของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยซึ่งมีหน้าที่แยกขนาดของอนุภาคของผง ผงที่มีขนาดอนุภาคใหญ่จะตกลงในโถรับผลิตภัณฑ์ ส่วนผงที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะไหลผ่านไปกับอากาศออกไปสู่ภายนอกเครื่องทำแห้ง ผลการทดลองนั้นสอดคล้องกับการทดลองของ Shiga และคณะ (2004) ซึ่งได้ทำการเอนแคปซูลเชียนสารให้กลิ่นในเห็ดหอม (shiitake) ด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 8 จะมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 11 และ 25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากปริมาณผลผลิตแล้วในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผงจำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติในการเก็บรักษาสารให้กลิ่นที่สำคัญด้วย ดังนั้นจึงศึกษาปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญของควันเทียนอบผง ได้แก่ เฮกซานัล (hexanal) เฮปทานัล (heptanal) ออกทานัล (octanal) โนนานัล (nonanal) และ เดคานัล (decanal) (Watcharanun *et al*, 2009) ในตัวอย่างที่ผลิตโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่างกัน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.6

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะมิใช่ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณสารให้กลิ่นควันเทียนอบผง (หลังทำแห้ง) เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควันเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง) เป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ค่า DE 5 10 และ 15

ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญ (%)		ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญ (%)					
		DE 5		DE 10		DE 15	
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2
เฮกซาแนล	ก่อนทำแห้ง	8163.97	7440.39	7721.03	3243.34	17072.48	3061.95
	หลังทำแห้ง	2387.88	1244.68	2645.41	774.80	5758.79	658.81
	%คงเหลือ	22.99±8.85		29.08±7.34		27.62±8.64	
เฮปทาแนล	ก่อนทำแห้ง	2008.37	18324.22	2042.93	8337.56	1799.41	5729.19
	หลังทำแห้ง	278.29	1968.72	204.18	1240.88	516.04	984.35
	%คงเหลือ	12.30±2.20		12.44±3.46		22.93±8.13	
ออกทาแนล	ก่อนทำแห้ง	7333.94	29559.99	6139.45	19827.17	6535.562	9445.56
	หลังทำแห้ง	1660.79	10114.48	1810.81	8175.91	4010.22	5222.91
	%คงเหลือ	21.88 ±6.25 ^b		25.37±8.50 ^{ab}		44.21±2.47 ^a	
โนนาแนล	ก่อนทำแห้ง	4840.73	20669.59	5437.6	17236.84	5092.50	7883.98
	หลังทำแห้ง	845.50	5435.99	1052.59	5407.61	2340.47	3347.72
	%คงเหลือ	28.43±8.18 ^b		35.37±8.30 ^b		58.33±4.29 ^a	
เดคาแนล	ก่อนทำแห้ง	5052.19	27462.37	4239.67	12225.14	5439.01	5514.19
	หลังทำแห้ง	1366.82	10055.92	1485.18	5480.85	3361.26	3881.03
	%คงเหลือ	31.84±6.76 ^b		39.93±6.93 ^b		66.09±6.07 ^a	

หมายเหตุ ns หมายถึงข้อมูล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p\leq 0.05$)

จากการทดลองในตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญคงเหลือเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อทำแห้งมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูงจะสามารถระเหยตัวทำลายที่ผิวหน้าของหยดของเหลว และทำให้บริเวณผิวหน้าของหยดของเหลวเกิดเป็นเปลือกแข็งได้เร็วกว่าการทำแห้งจากการใช้มอลโทเดกซ์ทรินค่า DE ต่ำ ซึ่งการเกิดเปลือกแข็งนี้สารให้กลิ่นที่อยู่ภายในจะไม่สามารถผ่านออกมาได้ จึงทำให้มอลโทเดกซ์ทรินที่ DE สูงมีปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญอยู่มากกว่า ต่างจาก

การใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE ต่ำซึ่งเกิดเปลือกแข็ง (case hardening) ซ้ำกว่าทำให้สารให้กลิ่นที่สำคัญภายใน หยดของเหลวระเหยออกไปได้มากกว่า (Krishnan *et al.*, 2005)

จะเห็นว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE 5 ทำให้ปริมาณผลผลิตของกลิ่นควันเทียนอบผงมากที่สุด แต่ มีปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญน้อยที่สุด ซึ่งการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมไทยจึงต้องใช้ในปริมาณมากเพื่อให้ ขนมไทยมีกลิ่นหอมของควันเทียนอบตามต้องการ โดยการใช้ในปริมาณมากนั้นอาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ ส่วนการใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 15 จะมีปริมาณ ออกทานเนล ไม่แตกต่างจากเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 10 แต่แตกต่างกับ DE 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.069$) มีปริมาณ โนนาเนล แตกต่างกับเมื่อใช้ DE 5 และ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.050$) และมีปริมาณ เคคาเนลแตกต่างกับ DE 5 และ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.028$) และจากการทดลองของ Watcharanun และคณะ(2009) พบว่า สารให้กลิ่นที่สำคัญ (active compound) ในควันเทียนอบ คือ ออกทานเนล และเคคาเนล ด้วยเหตุนี้จึงเลือกมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE 15 ในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผงในการทดลองขั้นต่อไป

4.3 ศึกษาปริมาณของกำมะรابقที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตกลิ่นควันเทียนอบผง

ปริมาณผลผลิตที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณผลผลิตของกลิ่นควันเทียนอบผง เมื่อใช้กำมะรابقทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน 25 33 50 66 และ 75%

ปริมาณกำมะรابقที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน(%)	ปริมาณผลผลิต (%)
25	41.69±1.48 ^c
33	47.50±3.23 ^{bc}
50	50.90±3.54 ^{ab}
66	52.61±2.99 ^{ab}
75	56.21±3.36 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าปริมาณกำมะรابقที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินมีผลต่อปริมาณผลผลิตกลิ่น อกสาควันเทียนอบผง โดยเมื่อปริมาณของกำมะรابقที่ใช้ทดแทนเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยไม่ว่าการใช้กำมะรابقทดแทน 66 75 และ 50% จะได้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากเมื่อ

ใช้กัมมะธราบิคทดแทนที่ 25 และ 33% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.031$) เนื่องจากคุณสมบัติของกัมมะธราบิคที่มีความหนืดต่ำ แม้ใช้ในความเข้มข้นสูง (Mcnamee *et al*, 2001) ทำให้เมื่อเข้าสู่กระบวนการทำแห้งสารที่มีความหนืดต่ำจะสามารถระเหยตัวทำละลายออกจากผิวหน้าได้เร็ว ทำให้ได้ปริมาณผงมากกว่าสารที่มีความหนืดสูงกว่า

เมื่อศึกษาปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญในกลิ่นควันเทียนอบผง ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญในกลิ่นควันเทียนอบผง เมื่อใช้กัมมะธราบิคทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน

25 33 50 66 และ 75%

ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญ (%)		ปริมาณกัมมะธราบิคที่ใช้ทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน(%)									
		25		33		50		66		75	
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2
เฮกซานัล ^{ns}	ก่อนทำแห้ง	6025.10	6790.20	8531.47	3967.99	8978.79	7089.68	7499.19	9046.64	9971.86	14154.62
	หลังทำแห้ง	3468.39	4280.05	4500.90	2367.19	4209.48	4160.78	4013.22	3742.55	4226.25	7156.73
	%คงเหลือ	46.47±5.78		47.44±8.59		52.79±8.35		56.21±4.88		60.30±3.87	
เซพทาเนล	ก่อนทำแห้ง	1950.35	1113.17	1794.15	888.78	1389.51	1696.06	1731.56	2141.13	1622.09	1895.40
	หลังทำแห้ง	1596.31	807.20	1094.85	632.12	820.88	1087.82	1173.83	1150.76	668.81	971.48
	%คงเหลือ	46.24±7.09 ^b		60.77±9.93 ^{ab}		61.61±3.58 ^{ab}		66.07±7.14 ^a		77.18±6.60 ^a	
ออกทานเนล	ก่อนทำแห้ง	4695.29	1934.11	4047.57	2187.58	3294.06	4673.29	5219.97	3686.96	4018.89	5015.66
	หลังทำแห้ง	2906.74	1439.22	2224.84	1479.93	1373.36	2595.30	2244.22	1859.81	1489.08	2435.92
	%คงเหลือ	42.81±8.14 ^b		46.72±5.27 ^{ab}		48.61±9.79 ^{ab}		61.31±8.97 ^{ab}		68.16±8.84 ^a	
โนนาเนล ^{ns}	ก่อนทำแห้ง	6029.15	3198.18	5346.88	2652.53	4080.01	5785.32	6294.40	4087.04	4406.54	6553.51
	หลังทำแห้ง	4295.01	1926.41	3166.70	1933.96	2170.46	3576.19	3286.89	2503.59	2077.75	3712.03
	%คงเหลือ	51.90±6.71		56.74±6.39		57.51±6.09		66.07±9.68		65.74±7.78	
เดคาเนล	ก่อนทำแห้ง	3712.18	2404.72	4125.14	2517.31	3319.53	5185.88	4425.77	3960.80	4649.50	4823.16
	หลังทำแห้ง	2836.64	1945.08	2937.38	1705.95	1857.40	3464.37	2914.70	2089.75	2467.76	3070.31
	%คงเหลือ	58.37±7.48 ^b		59.31±9.26 ^b		61.38±7.67 ^{ab}		69.49±2.43 ^{ab}		78.65±3.16 ^a	

หมายเหตุ ns หมายถึงข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p>0.05$)

ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p\leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า เมื่อใช้ปริมาณกัมมะราบิคเพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญเหลืออยู่เพิ่มขึ้น เนื่องจากกัมมะราบิค มีคุณสมบัติในการขึ้นรูปเป็นฟิล์ม (film-forming) โดยฟิล์มจะห่อหุ้มและไม่ทำให้สารให้กลิ่นระเหยออกมาในระหว่างการทำแห้ง นอกจากนี้ยังจับกับสารให้กลิ่นที่สำคัญด้วยโครงสร้างเมทริกซ์ (matrix structure) ที่บริเวณรอยต่อของของเหลว (McNamee *et al*, 2001) จากการทดลองใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทริน พบว่า การใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทริน 33 50 66 และ 75% ทำให้ปริมาณเฮพทาเนลคงเหลือไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการใช้กัมมะราบิคทดแทน 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.057$) และการใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทริน 33 50 66 และ 75% มีปริมาณออกเทนเนลไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการใช้กัมมะราบิคทดแทน 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.111$) การใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทริน 50 66 และ 75% ทำให้ปริมาณเดคาเนลคงเหลือไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการใช้กัมมะราบิคทดแทน 25 และ 33% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.106$) การใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทริน 25 33 50 66 และ 75% ทำให้ปริมาณเฮพทเทนเนล และ โนนานเนลคงเหลือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.310$) และ ($p=0.364$) ตามลำดับ

จากการทดลองศึกษาการใช้กัมมะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทริน ในปริมาณ 50 66 และ 75% จะได้ปริมาณผลผลิตกลิ่นวันเทียบอบผง และมีปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญสูงไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กัมมะราบิคมีราคาสูงกว่ามอลโทเดคซ์ทริน ดังนั้นจึงเลือกใช้สารทดแทนในระดับ 50% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thevenet, (1995) ในการผลิตผงน้ำมันหอมระเหยจากส้ม (orange oil powder) โดยพบว่าการใช้กัมมะราบิค 50% ผสมกับมอลโทเดคซ์ทริน 50% จะทำให้ผงที่ได้มีความคงตัว และรักษาสารให้กลิ่นได้ดีกว่าการใช้กัมมะราบิคเพียงชนิดเดียว และ McNamee และคณะ, (2001) ในการเอนแคปซูลกลิ่นน้ำมันถั่วเหลือง โดยพบว่าการใช้กัมมะราบิค 50 % ร่วมกับมอลโทเดคซ์ทริน DE (18.5) 50% นั้นมีความเหมาะสมในการเก็บกลิ่นมากที่สุดเนื่องจากสามารถละลายน้ำได้ดีและไม่มีผลต่อกลิ่นรสของสารที่นำมาเก็บกลิ่น และยังสามารถทำแห้งเป็นแคปซูลได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน ที่ความเข้มข้น 25 30 35 และ 40% และใช้อุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย 140 150 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส เพื่อผลิตกลี้นควันเทียนอบผง พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำ 160 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิขาเข้าที่เหมาะสม เนื่องจากได้ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทริน ไม่แตกต่างกับการใช้ที่อุณหภูมิ 170 และ 180 องศาเซลเซียส และพบว่าการใช้ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน 35% เหมาะสมในการผลิตมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณผลผลิตใกล้เคียงกับ การใช้มอลโทเดกซ์ทริน 40% แต่ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยกว่า เมื่อศึกษาค่า DE 5 10 และ 15 เพื่อใช้ในการผลิตกลี้นควันเทียนอบผง พบว่า มอลโทเดกซ์ทริน DE 15 เหมาะในการผลิตกลี้นควันเทียนอบผงมากที่สุด โดยมีปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญ (active compound) คือ ออกทาลานอล และเดคาแนล มากที่สุด และเมื่อศึกษาการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทริน 25 33 50 66 และ 75% พบว่า การใช้กัมอะราบิกทดแทน 50% เหมาะสมในการผลิตกลี้นควันเทียนอบผงมากที่สุด เนื่องจากมีผลผลิตของกลี้นควันเทียนอบผง และสารให้กลิ่นที่สำคัญไม่แตกต่างกับการทดแทนในปริมาณ 66 และ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- จรรยา เดชกุญชร. 2549. ขนมไทย เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เพชรการเรือน
วรรณมา ตั้งเจริญชัย. 2547. บทปฏิบัติการเคมีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: กรุงเทพฯ
- ณมาพร อัครวิโรจน์. 2546. การผลิตกลิ่นควันเหลวจากขาน้อยและกามมะพร้าว . พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนิษา เส็งประชา. 2546. การเปรียบเทียบกระบวนการสกัดกลิ่นหอมจากดอกกุหลาบมอญ. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วนิดา คูอมรพัฒนนะ, 2007. ปฏิบัติการ ANA 10 GAS CHROMATOGRAPHY. [online]. เข้าได้ถึงจาก
<http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egche/PDF/ANA/ANA10%20Gas%20Chromatography.pdf>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เทียนอบ.
- Anandaraman, S., and Reineccius, G. A. 1986. Stability of encapsulated orange peel oil. **Food Technologist**. 40: 88-93.
- Anker, M.H. and G.A. Reineccius. 1988. Encapsulated orange oil: Effect of emulsion size on flavor retention and shelf stability. **Flavor Encapsulation**. 78-86.
- Bertolini, A.C., A.C. Siani and C.R.F. Grosso. 2001. Stability of monoterpenes encapsulated in gum arabic by spray-drying. **J. Agric. Food Chem.** 49: 780-785.
- Cho, Y. H. and J. Park. 2003. Evaluation of process parameters in the o/w/o multiple emulsion method for flavor encapsulation. **J. Food Sci.** 68: 534-538.
- Ferber, C.E.M. and H.E. Nursten. 1977. The aroma of beeswax. **J. Sci. Food. Agric.** 28: 511-518.
- Finney, J., R. Buffo and G.A. Reineccius. 2002. Effect of type of atomization and processing temperatures on the physical properties and stability of spray-dried flavors. **J. Food Sci.** 67: 108-1114.
- Furuta, T., S. Tsujimoto, M. Okazaki and R. Toei. 1983. **Drying Technology**. 2: 311-327.
- Grabowski, Julie Ann. 2006. **Development and characterization of spray dried sweetpotatoes**. Master of science Food science North Carolina State University.
- Klinkesorn, U., P. Sophanodora, P. Chinachoti and D.J. McClements 2004. Stability and rheology of corn oil-in-water emulsions containing maltodextrin. **Food Research International**. 37: 851-859.

- Krishnan, S., R. Bhosale and R.S. Singhal. 2005. Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum Arabic, maltodextrin and modified starch as wall materials. **Carbohydr Polym.** 61: 95-102.
- McNamee, B.F., E.D. O’Riordan, and M. O’Sullivan 2001. Effect of partial replacement of gum arabic with carbohydrates on its microencapsulation properties. **J. Agric. Food Chem.** 49: 3385-3388.
- Nickerson, M.T., A.T. Paulson, E.Wagar, R. Farnworth, S.M. Hodge and D. Rousseau. 2006. Some physical properties of crosslinked gelatin-maltodextrin hydrogels. **Food Hydrocolloids.** 20: 1072-1079.
- Rahman, S. 1995. **Food Properties Handbook.** New York: CRC Press, Inc.
- Reineccius, G.A. and S.T. Coulter. 1969. Flavor retention during drying. **J. Dairy Sci.** 52: 1219-1223.
- Rosenberg, M., I.J. Kopelman and, Y. Talmon. 1990. Factors affecting retention in spray-drying microencapsulation of volatile material. **Journal of Agriculture and Food Chemistry.** 38: 1288-1294.
- Rosenberg, M and S.L. Young. 1993. Whey protein as microcapsulating agents. Microencapsulation of anhydrous milkfat-structure evaluation. **Food Structures.** 12: 31-41.
- Shahidi and Han. 1993. Encapsulation of food ingredients. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 33: 501-547.
- Shiga, H., H. Yoshii, H. Ohe, M. Yasuda, T. Furuta, H. Kuwahara, M. Ohkawara and P. Linko. 2004. Encapsulation of shiitake (*Lenthinus Edodes*) flavors by spray drying. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** 68 (1): 66-71.
- Thevenet, F. 1995. Acacia gums: Natural encapsulation agent for food ingredients. In S. J. Risch, & G. A. Reineccius (Eds.), **Encapsulation and controlled release of food ingredients . ACS Symposium series 590.** Washington DC: American Chemical Society. 51-59.
- Watcharanun, W., K.R. Cadwallader, K. Huangrak, H. Kim and Y. Lorjaroenphon. 2009. Identification of predominant odorants in thai desserts flavored by smoking with Tian Op, a traditional Thai scented candle. **J. Agric. Food Chem.** 57 (3): 996-1005.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การวิเคราะห์ความชื้น(AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝา (Aluminum can)
2. อบลมร้อน (Hot air oven)
3. โถอบความชื้น (Desiccator)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักด้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียด(10^{-4})
3. นำไปอบในตู้อบโดยปิดฝาด้วยอะลูมิเนียม ใช้อุณหภูมิ 130°C นาน 2 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝาด้วยอะลูมิเนียมนำมาทำให้เย็นใน โถอบความชื้น ก่อนชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักหลังอบ}}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (กลั่นควันเทียนอบผง)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินด้วยความเข้มข้นมอลโทเดกซ์ทริน 25 30 35 และ 40%
2. เตรียมตัวอย่างทั้งหมด 200 กรัม ดังนั้นจะมีปริมาณของมอลโทเดกซ์ทริน 50 60 70 และ 80 กรัมตามลำดับ

3. นำตัวอย่างกลั่นควันเทียนอบผงหลังการทำแห้ง มาชั่งด้วยเครื่องชั่งจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
4. บันทึกน้ำหนักหลังชั่ง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณผลผลิต} = \frac{\text{ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่ได้หลังการทำแห้ง}}{\text{ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินเริ่มต้น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น หากนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินเริ่มต้น

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินที่ใช้} \times \text{ปริมาณสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่ต้องการทำแห้ง}}{100}$$

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณผลผลิตของการผลิตกลั่นควันเทียนอบผง

จากการทดลอง ในตารางที่ 4.2 ใช้มอลโทเดกซ์ทรินที่ความเข้มข้น 25% โดยเตรียมสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินก่อนการทำแห้ง ปริมาณ 200 กรัม และได้ปริมาณกลั่นควันเทียนอบผง ทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งกลั่นควันเทียนอบผงได้ 9.45 กรัม ทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งได้ 5.62 กรัม

วิธีทำ

1. ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินเริ่มต้น

จากการทดลองเตรียมสารละลายมอลโทเดกซ์ทริน 25%

จะได้ว่า เมื่อเตรียมสารละลายทั้งหมด 100 กรัม จะมีมอลโทเดกซ์ทรินอยู่ 25 กรัม
ถ้าเตรียมสารละลายทั้งหมด 200 กรัม ดังนั้นจะมีมอลโทเดกซ์ทรินเริ่มต้น

$$= \frac{25 \times 200}{100}$$

จะมีมอลโทเดกซ์ทรินเริ่มต้น = 50 กรัม

2. ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทริน ทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งได้ 4.90 กรัม

จะได้ว่า ปริมาณผลผลิตของการใช้มอลโทเดกซ์ทริน 25%

$$= \frac{9.45 \times 100}{50}$$

$$= 18.90\%$$

ปริมาณผลผลิตของมอลโทเดกซ์ทริน ทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งได้ 4.51 กรัม

จะได้ว่า ปริมาณผลผลิตของการใช้มอลโทเดกซ์ทริน 25%

$$= \frac{5.62 \times 100}{50}$$

$$= 11.24 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การใช้มอลโทเดคซ์ทรินที่ความเข้มข้น 25% จะมีปริมาณผลผลิตกลั่นควันเทียนอบผงเฉลี่ย

$$= \frac{18.90 + 11.24}{2}$$

$$= 15.07\%$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารให้กลิ่น

อุปกรณ์

1. กรวยแยก
2. บีเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร
3. ขวด duran ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ขวดใส่ตัวอย่างสีขาวขนาดเล็ก

สารเคมี

1. Diethyl ether
2. Pentane
3. 2-methyl-3-heptanone

วิธีทดลอง

1. บีเปตสารมาตรฐาน 2-methyl-3-heptanone 1 หยด ในขวดวัดปริมาตร 10 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนัก
2. ปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร โดยใช้ไดเอทิลอีเทอร์เพื่อใช้เป็น internal standard
3. ใส่ตัวอย่างลงในกรวยแยก บันทึกน้ำหนัก
4. บีเปต internal standard 100 ไมโครลิตร ลงในตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์
5. บีเปต ไดเอทิลอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร และ เพนเทน 15 มิลลิลิตร เขย่ากรวยแยกประมาณ 1 นาที
6. บีเปตน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างเขย่ากรวยแยกนาน 30 นาที โดยขณะเขย่าต้องเปิดฝาจุกเพื่อระบายความดันเป็นระยะ ๆ
7. ตั้งกรวยแยกทิ้งไว้จนกระทั่งตัวทำละลายแยกชั้น จึงเปิดวาล์วแยกเอาตัวทำละลายออก
8. ทำซ้ำข้อที่ 5-7 อีก 2 ครั้ง โดยไม่ต้องเติม Internal standard
9. ระเหยตัวทำละลายออก เพื่อให้ตัวอย่างเข้มข้นมากขึ้น โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนเป่าจนเหลือตัวอย่างประมาณ 1 มิลลิลิตร
10. ฉีดตัวอย่างปริมาตร 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง Gas chromatography

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณค่า Retention Index (RI)

$$RI = 100 N + 100n \frac{t_{Ra} - t_{RN}}{t_{R(N+n)} - t_{RN}}$$

- เมื่อ N = จำนวนอะตอมของคาร์บอนในสารมาตรฐานอัลเคนที่มีคาร์บอนน้อยกว่า
 n = ความแตกต่างระหว่างจำนวนอะตอมของคาร์บอนในสารมาตรฐานอัลเคน 2 ตัว
 ที่ค่า retention time (RT) ของตัวอย่างอยู่ระหว่างกลาง
 t_{Ra} = RT ของตัวอย่างสารให้กลิ่นที่ต้องการวิเคราะห์ค่า RI
 t_{RN} = RT ของสารมาตรฐานอัลเคนที่มีคาร์บอนน้อยกว่า
 $t_{R(N+n)}$ = RT ของสารมาตรฐานอัลเคนที่มีคาร์บอนมากกว่า

5. การคำนวณความเข้มข้นสัมพัทธ์ของสารให้กลิ่น

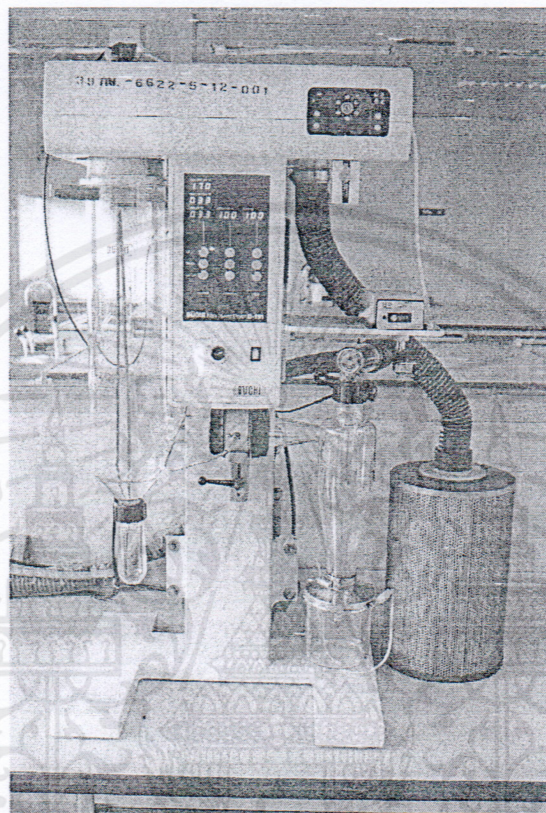
$$C_s = \frac{C_i \times A_s \times V_i \times r}{A_i \times W_s}$$

- เมื่อ C_s = ความเข้มข้นสัมพัทธ์ของตัวอย่าง (นาโนกรัม/กรัม)
 C_i = ความเข้มข้นของ internal standard (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ใน ไดเอทิลอีเทอร์)
 A_s = พื้นที่ใต้พีคของตัวอย่าง
 A_i = พื้นที่ใต้พีคของ internal standard
 V_i = ปริมาตรของ internal standard ที่ใช้ (ไมโครลิตร)
 W_s = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ (กรัม)
 r = response factor ของสารให้กลิ่นเท่ากับ 1.0

..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
เครื่องที่ใช้ในการทำแห้ง



รูปที่ ข1 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย BUCHI Mini Spray dry B191

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก



ซั้งซีฝิง 25 กรัม



นำมาหลอมที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



ผสมให้เข้ากัน

กรัม



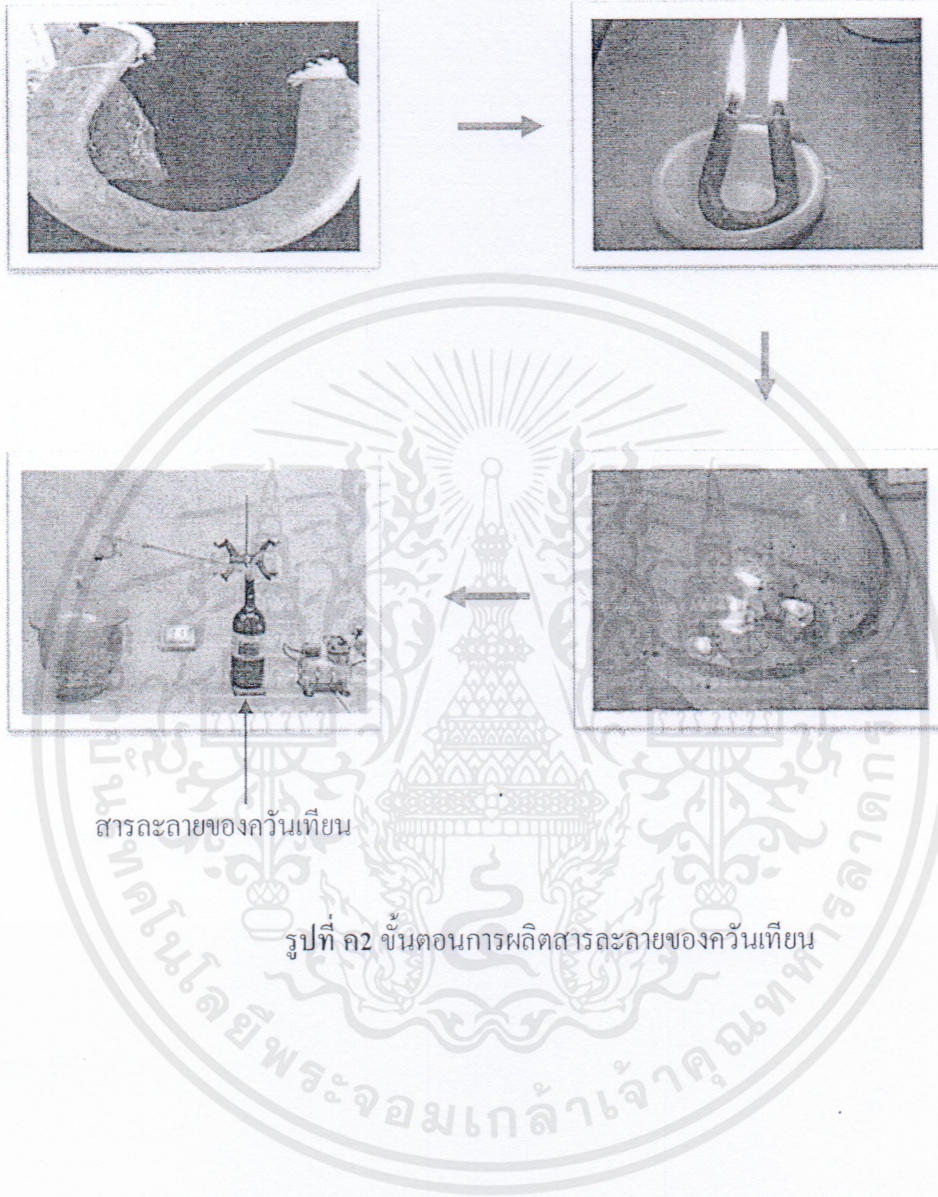
เทียนอบ



ไม้จันทน์หอม 0.25 กรัม กียาน 0.25 กรัม ผิวมะกรูด 0.25

รูปที่ ๓1 ขั้นตอนการผลิตเทียนอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค1 ปริมาณเฮกษาแนลในตัวอย่างควันทึยนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดคซ์ทรินที่
ค่า DE 5 10 15

DE ของมอลโท เดคซ์ทริน	ครั้งที่ ผลิต	เฮกษาแนล (%)			
		สารละลายมอลโท เดคซ์ทรินที่มี กลืนควันทึยนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันทึยนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
5	1	8163.97	2387.88	29.25	22.99±8.85
	2	7440.39	1244.68	16.73	
10	1	7721.03	2645.41	34.26	29.08±7.34
	2	3243.34	774.80	23.89	
15	1	17072.48	5758.79	33.73	27.62±8.64
	2	3061.95	658.81	21.52	

ตารางที่ ค2 ปริมาณเฮพทาแนลในตัวอย่างควันทึยนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดคซ์ทริน
ที่ค่า DE 5 10 15

DE ของมอลโท เดคซ์ทริน	ครั้งที่ ผลิต	เฮพทาแนล (%)			
		สารละลายมอลโท เดคซ์ทรินที่มี กลืนควันทึยนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันทึยนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
5	1	2008.37	278.29	13.86	12.30±2.20
	2	18324.22	1968.72	10.74	
10	1	2042.93	204.18	9.99	12.44±3.46
	2	8337.56	1240.88	14.88	
15	1	1799.41	516.04	28.68	22.93±8.13
	2	5729.19	984.35	17.18	

ตารางที่ ๓ ปริมาณ โนนาแนลในตัวอย่างควินเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทริน
ที่ค่า DE 5 10 15

DE ของมอลโท เดกซ์ทริน	ครั้งที่ ผลิต	โนนาแนล (%)			
		สารละลายมอลโท เดกซ์ทรินที่มี กลี้นควินเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควินเทียนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
5	1	7333.94	1660.79	22.65	28.43±8.18
	2	29559.99	10114.48	34.22	
10	1	6139.45	1810.81	29.49	35.37±8.30
	2	19827.17	8175.91	41.24	
15	1	6535.562	4010.22	61.36	58.33±4.29
	2	9445.56	5222.91	55.29	

ตารางที่ ๔ ปริมาณออกทานแนลในตัวอย่างควินเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทริน
ที่ค่า DE 5 10 15

DE ของมอลโท เดกซ์ทริน	ครั้งที่ ผลิต	ออกทานแนล (%)			
		สารละลายมอลโท เดกซ์ทรินที่มี กลี้นควินเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควินเทียนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
5	1	4840.73	845.50	17.47	21.88 ±6.25
	2	20669.59	5435.99	26.30	
10	1	5437.6	1052.59	19.36	25.37±8.50
	2	17236.84	5407.61	31.37	
15	1	5092.50	2340.47	45.96	44.21±2.47
	2	7883.98	3347.72	42.46	

ตารางที่ ค5 ปริมาณเดคาเนลในตัวอย่างควันทึยนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้มอลโทเดคซ์ทริน
ที่ค่า DE 5 10 15

DE ของมอลโท เดคซ์ทริน	ครั้งที่ ผลิต	เดคาเนล (%)			
		สารละลายมอลโท เดคซ์ทรินที่มี กลันควันทึยนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันทึยนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
5	1	5052.19	1366.82	27.05	31.84±6.76
	2	27462.37	10055.92	36.62	
10	1	4239.67	1485.18	35.03	39.93±6.93
	2	12225.14	5480.85	44.83	
15	1	5439.01	3361.26	61.80	66.09±6.07
	2	5514.19	3881.03	70.38	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค6 ปริมาณแฮกษาแนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%

ปริมาณกัมอะราบิก (%)	ครั้งที่ผลิต	แฮกษาแนล (%)			
		สารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควันเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันเทียนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
25	1	6025.10	3468.39	57.57	46.47±5.78
	2	6790.20	4280.05	63.03	
33	1	8531.47	4500.90	52.76	47.44±8.59
	2	3967.99	2367.19	59.66	
50	1	8978.79	4209.48	46.9	52.79±8.35
	2	7089.68	4160.78	58.7	
66	1	7499.19	4013.22	53.52	56.21±4.88
	2	9046.64	3742.55	41.37	
75	1	9971.86	4226.25	42.38	60.30±3.87
	2	14154.62	7156.73	50.56	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓๗ ปริมาณออกเทนเนลในตัวอย่างควีนเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ 75%

ปริมาณกัมอะราบิก (%)	ครั้งที่ผลิต	ออกเทนเนล (%)			
		สารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควีนเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควีนเทียนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
25	1	4695.29	2906.74	61.91	42.81±8.14
	2	1934.11	1439.22	74.41	
33	1	4047.57	2224.84	54.97	46.72±5.27
	2	2187.58	1479.93	67.65	
50	1	3294.06	1373.36	41.7	48.61 ±9.79 ^a
	2	4673.29	2595.30	55.5	
66	1	5219.97	2244.22	42.99	61.31±8.97 ^a
	2	3686.96	1859.81	50.44	
75	1	4018.89	1489.08	37.05	68.16± 8.84
	2	5015.66	2435.92	48.57	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓๘ ปริมาณเซพทาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ 75%

ปริมาณกัมอะราบิก (%)	ครั้งที่ผลิต	เซพทาเนล ⁿ (%)			
		สารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควันเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันเทียนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
25	1	1950.35	1596.31	81.85	46.24±7.09
	2	1113.17	807.20	72.51	
33	1	1794.15	1094.85	61.02	60.77±9.93
	2	888.78	632.12	71.12	
50	1	1389.51	820.88	59.1	61.61±3.58 ^a
	2	1696.06	1087.82	64.1	
66	1	1731.56	1173.83	67.79	66.07±7.14
	2	2141.13	1150.76	53.75	
75	1	1622.09	668.81	41.23	77.18±6.60
	2	1895.40	971.48	51.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑๑ ปริมาณโนนาเนลในตัวอย่างควันทึยนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิคทดแทนมอลโทเดคซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%

ปริมาณกัมอะราบิค (%)	ครั้งที่ผลิต	โนนาเนล (%)			
		สารละลายมอลโทเดคซ์ทรินที่มีกลัันควันทึยนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันทึยนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
25	1	6029.15	4295.01	71.24	51.90±6.71
	2	3198.18	1926.41	60.23	
33	1	5346.88	3166.70	59.23	56.74±6.39
	2	2652.53	1933.96	72.91	
50	1	4080.01	2170.46	53.2	57.51±6.09
	2	5785.32	3576.19	61.8	
66	1	6294.40	3286.89	52.22	66.07±9.68
	2	4087.04	2503.59	61.26	
75	1	4406.54	2077.75	47.15	65.74±7.78
	2	6553.51	3712.03	56.64	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

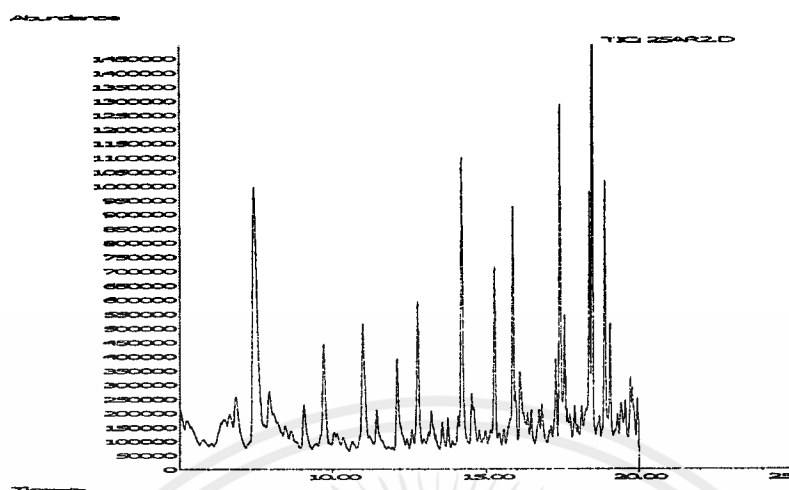
ตารางที่ 10 ปริมาณเดคาเนลในตัวอย่างควันเทียนอบผงก่อน และหลังการทำแห้งเมื่อใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25 33 66 50 66 และ75%

ปริมาณกัมอะราบิก (%)	ครั้งที่ผลิต	เดคาเนล (%)			
		สารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่มีกลิ่นควันเทียนอบ (ก่อนทำแห้ง)	ควันเทียนอบผง (หลังทำแห้ง)	% คงเหลือ	% คงเหลือเฉลี่ย
		นาโนกรัมต่อกรัม	นาโนกรัมต่อกรัม		
25	1	3712.18	2836.64	76.41	58.37±7.48
	2	2404.72	1945.08	80.89	
33	1	4125.14	2937.38	71.21	59.31±9.26
	2	2517.31	1705.95	67.77	
50	1	3319.53	1857.40	56.0	61.38±7.67
	2	5185.88	3464.37	66.8	
66	1	4425.77	2914.70	65.86	69.49±2.43
	2	3960.80	2089.75	52.76	
75	1	4649.50	2467.76	53.08	78.65±3.16
	2	4823.16	3070.31	63.66	

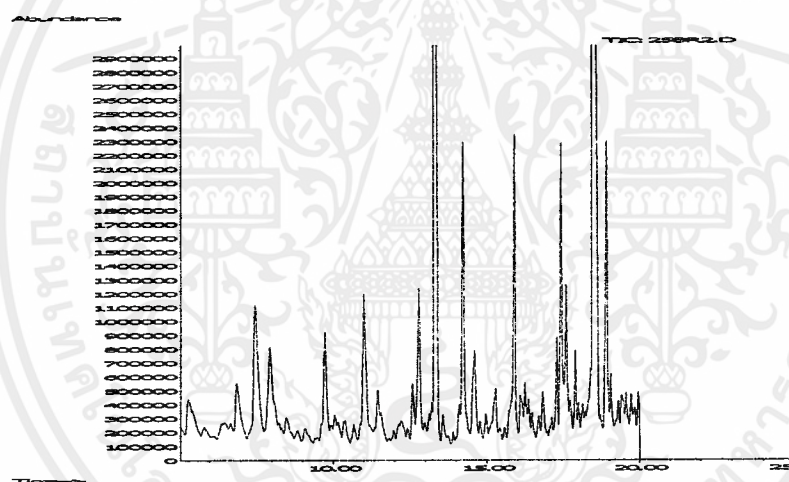
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



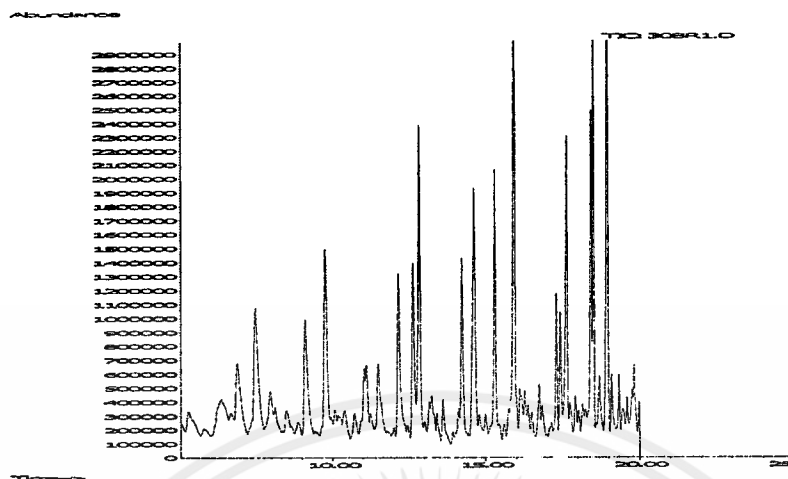
DE 5 ก่อน



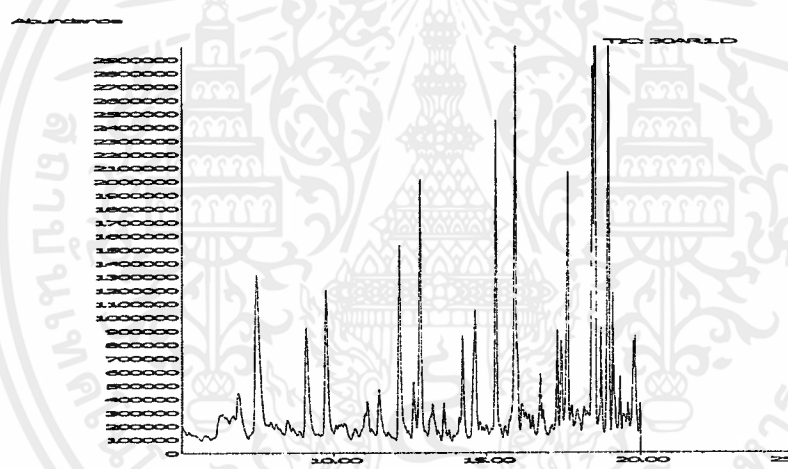
DE 5 หลัง

รูปที่ 1 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮปทานัล ออกทานัล โนแนนัลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินทีนอบผง ที่ได้จากการใช้มอดโทเดกซ์ทริน DE 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



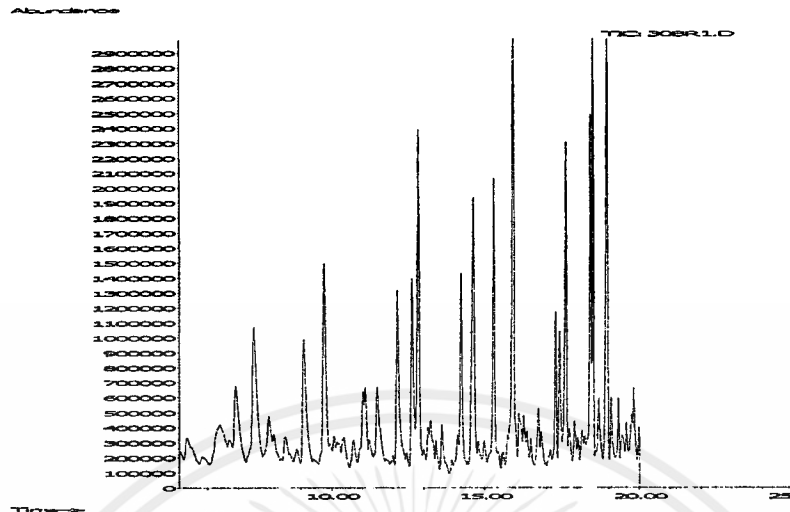
DE 10 ก่อน



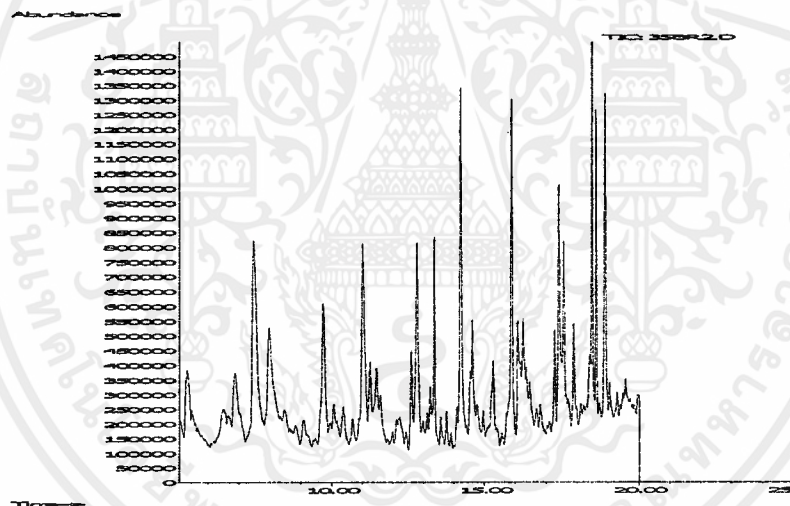
DE 10 หลัง

รูปที่ 2 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนานัลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้มอลโทเดกซ์ทริน DE 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



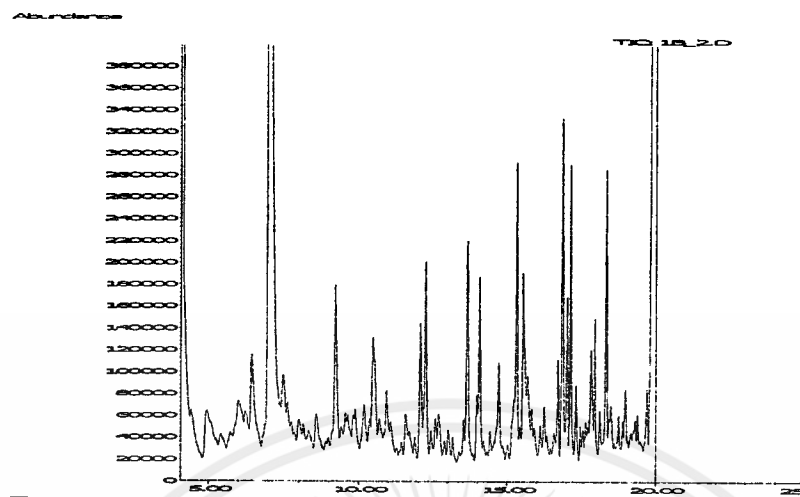
DE 15 ก่อน



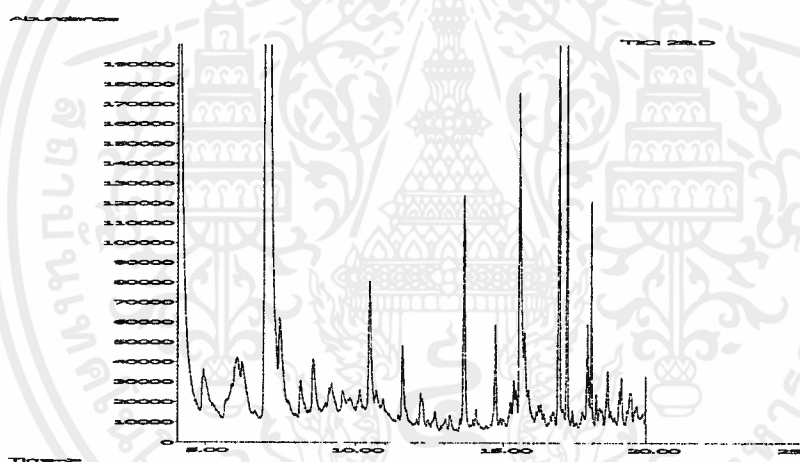
DE 15 หลัง

รูปที่ 3 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซาแนล เฮปทาแนล ออกทาแนล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้มอลโทเดคซ์ทริน DE 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



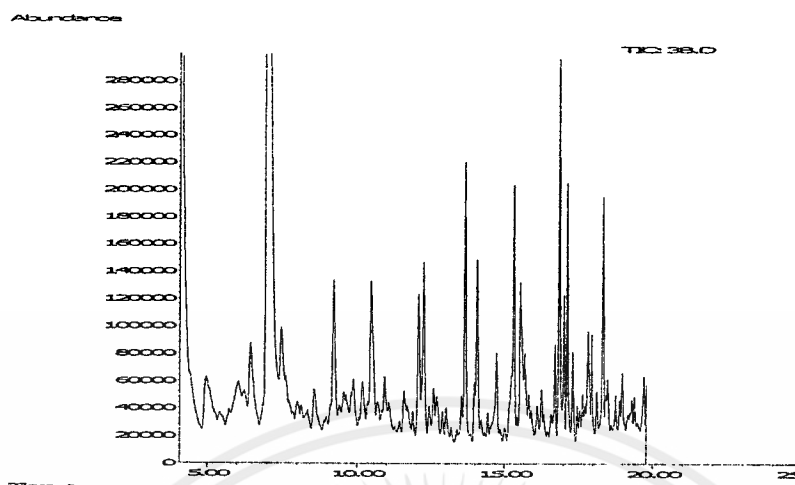
แกมอะราบิก 75% ก่อนทำแห้ง



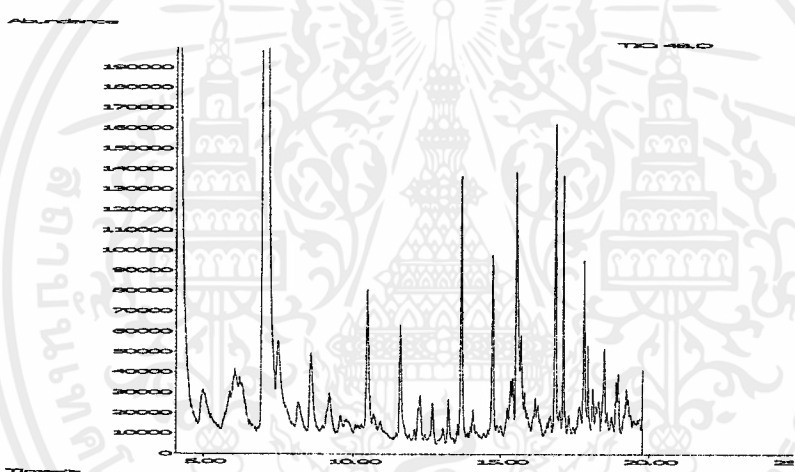
แกมอะราบิก 75% หลังทำแห้ง

รูปที่ ๓4 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮปทานัล ออกทานัล โนนานัล และ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควันเทียนอบผง ที่ได้จากการใช้แกมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 75%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



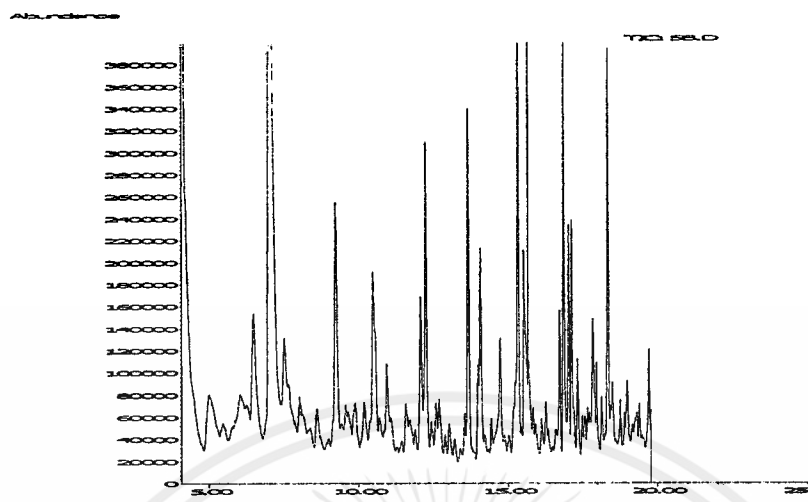
กัมอะราบิก 66% ก่อนทำแห้ง



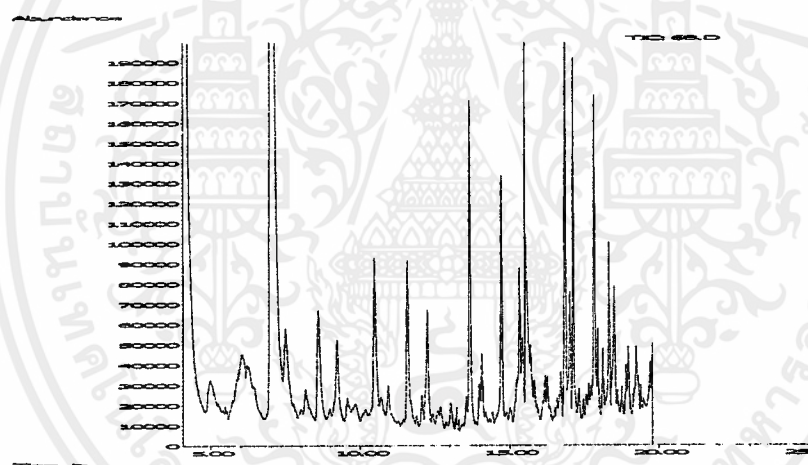
กัมอะราบิก 66% หลังทำแห้ง

รูปที่ ๓5 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮพทานัล ออกทานัล โนนานัลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินทีนอบสง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 66%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



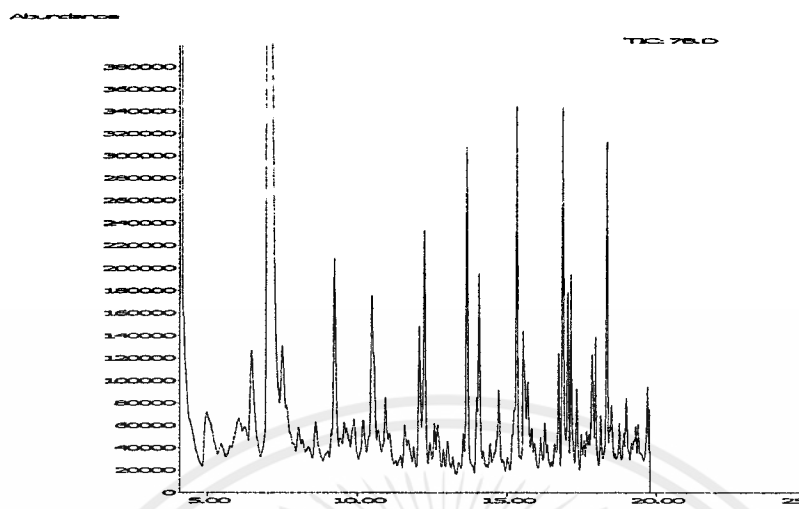
กัมอะราบิก 50% ก่อนทำแห้ง



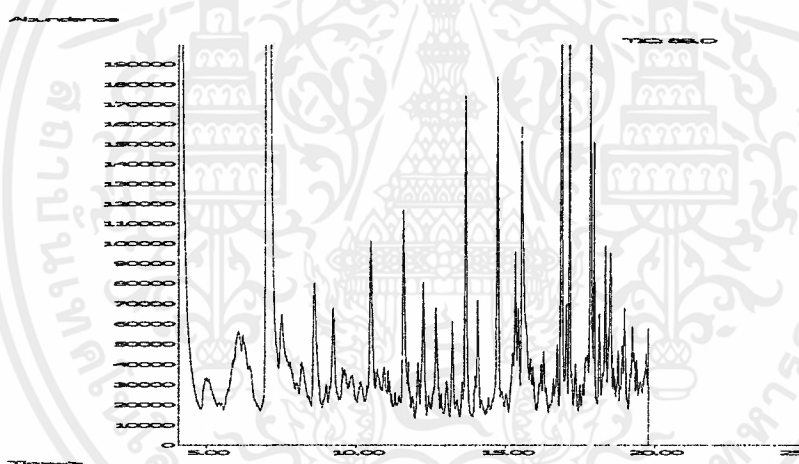
กัมอะราบิก 50% หลังทำแห้ง

รูปที่ 6 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮปทานัล ออกทานัล โนนาแนล และ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินทีนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิกทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



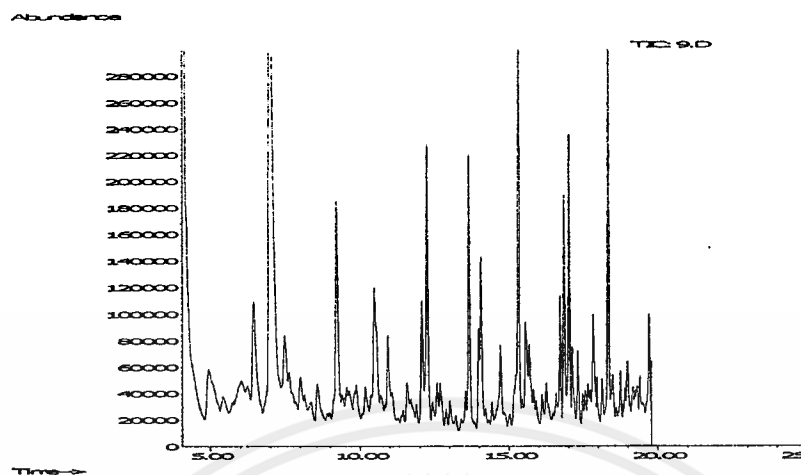
กัมอะราบิค 33% ก่อนทำแห้ง



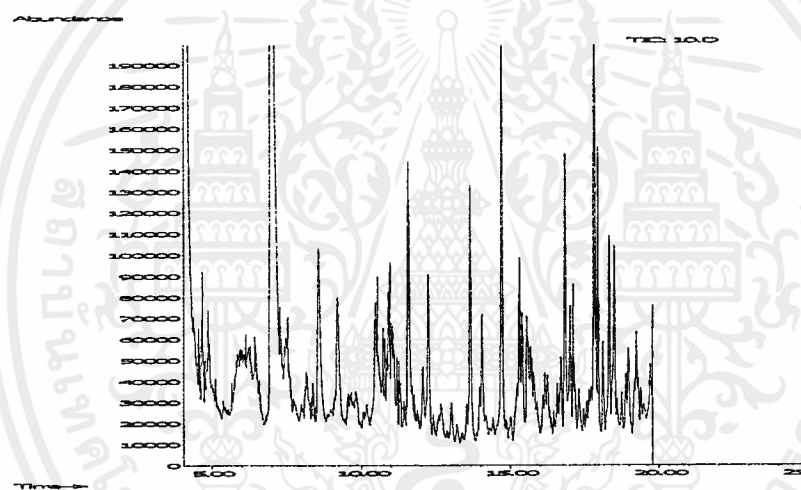
กัมอะราบิค 33% หลังทำแห้ง

รูปที่ 7 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮปทานัล ออกทานัล โนแนนัลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินทีนอบผง ที่ได้จากการใช้กัมอะราบิคทดแทนมอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 33%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แกมอะราบิก 25% ก่อนทำแห้ง



แกมอะราบิก 25% หลังทำแห้ง

รูปที่ 8 โครมาโทแกรมแสดงสารให้กลิ่นหลัก ได้แก่ เฮกซานัล เฮปทานัล ออกทานัล โนนาแนลและ เดคาแนล ในสารละลายก่อนการทำแห้ง และกลิ่นควินทีนอบผง ที่ได้จากการใช้แกมอะราบิกทดแทน มอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณ 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

